

Premières C, E

Eric Simo, Editeur

# PHYSIQUE

## Probatoire – Sujets Corrigés

Emmanuel Simo, Maurice Noubissi

Avec 45 schémas d'illustration  
et 24 exercices corrigés



Eric Simo, Msc.-Ing. TU-BS (Editeur)  
An den Äckern 2  
31224 Peine  
Allemagne  
kuateric@gmail.com

Physique Premières C, D, E, TI. Nouvelle Edition

Auteurs: Emmanuel Simo, Maître Es Sciences; Maurice Noubissi, Maître Es Sciences (Cameroun)

Contributions: E. S. (Allemagne); F. W., J. T. (Cameroun); E. A. F. (Italie, R-U); T. v. P. (Pays-Bas); A. Z., L. S., I. D. (Ukraine); D. R., P. B. (Italie); M. B. (Zimbabwe); F. K. (Pakistan); A. K. (Russie); R. K. (Maroc)

Conception graphique des couvertures: R. A. (Bangladesh)  
Thème artistique des couvertures 2017: Intelligence Artificielle

ISBN 978-3-947242-02-3 • Maison d'Édition SIMO • Bandjoun Brunswick Belfast Rotterdam • 2017

Sous réserve des exceptions légales, toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite, par quelque procédé que ce soit sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par le Code de la Propriété Intellectuelle. En cas d'utilisation aux fins de vente, de location, de publicité ou de promotion, l'accord de l'auteur ou des ayants droit est nécessaire.

Site Internet: [www.simo.education](http://www.simo.education)

## Avant-propos

---

Vous avez choisi ce livre parce que vous avez un objectif à atteindre. C'est un instrument réellement utile et efficace pour aider les apprenants des **classes de premières scientifiques et techniques**, quel que soit leur niveau, à améliorer leurs performances en **physique**.

Inspirée de la pédagogie nouvelle, la conception de ce livre se fonde sur deux outils à savoir : le *cours* et les *exercices corrigés*.

Le cours a été conçu selon le projet pédagogique suivant :

- Une présentation claire parfaitement lisible qui permet de faciliter le travail de l'apprenant.
- Un enseignement expérimental : comme le programme le demande, l'exposé privilégie l'expérience. A chaque fois que cela est possible les notions sont présentées grâce à une expérience décomposée en un dispositif suivi d'observations. L'interprétation qui suit systématiquement ces expériences conduit aux définitions et aux grandes lois de la physique.
- Un cours bien structuré allant à l'essentiel : conforme aux contenus du programme, ce cours prépare aux compétences exigibles, mais en se limitant strictement aux notions qui doivent être étudiées. Nous l'avons donc voulu bref.

Les exercices résolus et commentés, soutenus par des *méthodes de résolution* permettent à l'apprenant d'acquérir l'esprit scientifique et les principaux modes de raisonnement qu'il devra savoir développer. C'est une bonne façon d'aborder les nombreux exercices de chaque chapitre. Dans le souci d'efficacité qui a fait le succès de cette édition, nous attirons votre attention dans les solutions proposées, sur la schématisation, la représentation graphique, le choix des notations, la conduite littérale et enfin l'application numérique.

Notons cependant qu'il ne sert à rien de lire à priori la solution d'un exercice, mais qu'il faut chercher cette solution après avoir lu l'énoncé en entier et ne consulter la solution proposée dans le livre que pour contrôler son propre résultat ou en cas d'hésitation.

Nous formons le vœu que cet ouvrage constitue un outil efficace pour les apprenants des **classes de premières scientifiques et techniques** et qu'il apporte à nos collègues professeurs l'aide qu'ils sont en droit d'attendre. Nous attendons avec plaisir toutes les remarques et suggestions.





# Table des matières

---

1	<b>Sujets d'examen – Probatoire Physique – Séries C, E</b> . . . . .	1
1.1	<b>Enoncé des sujets d'examen</b> . . . . .	2
1.1.1	Enoncé – Probatoire 2012 . . . . .	2
1.1.2	Enoncé – Probatoire 2013 . . . . .	3
1.1.3	Enoncé – Probatoire 2014 . . . . .	4
1.1.4	Enoncé – Probatoire 2015 . . . . .	6
1.1.5	Enoncé – Probatoire 2016 . . . . .	7
1.1.6	Enoncé – Probatoire 2017 . . . . .	8
1.2	<b>Solution des sujets d'examen</b> . . . . .	10
1.2.1	Solution – Probatoire 2012 . . . . .	10
1.2.2	Solution – Probatoire 2013 . . . . .	12
1.2.3	Solution – Probatoire 2014 . . . . .	14
1.2.4	Solution – Probatoire 2015 . . . . .	17
1.2.5	Solution – Probatoire 2016 . . . . .	19
1.2.6	Solution – Probatoire 2017 . . . . .	21





## Sujets d'examen – Probatoire Physique – Séries C, E

1.1	<b>Enoncé des sujets d'examen</b> . . . . .	2
1.1.1	Enoncé – Probatoire 2012 . . . . .	2
1.1.2	Enoncé – Probatoire 2013 . . . . .	3
1.1.3	Enoncé – Probatoire 2014 . . . . .	4
1.1.4	Enoncé – Probatoire 2015 . . . . .	6
1.1.5	Enoncé – Probatoire 2016 . . . . .	7
1.1.6	Enoncé – Probatoire 2017 . . . . .	8
1.2	<b>Solution des sujets d'examen</b> . . . . .	10
1.2.1	Solution – Probatoire 2012 . . . . .	10
1.2.2	Solution – Probatoire 2013 . . . . .	12
1.2.3	Solution – Probatoire 2014 . . . . .	14
1.2.4	Solution – Probatoire 2015 . . . . .	17
1.2.5	Solution – Probatoire 2016 . . . . .	19
1.2.6	Solution – Probatoire 2017 . . . . .	21



# 1.1 Enoncé des sujets d'examen

## 1.1.1 Enoncé – Probatoire 2012

Examen:	Probatoire	Séries:	C, E
Session:	2012	Durée:	2 heures
Épreuve:	Physique	Coef.:	3

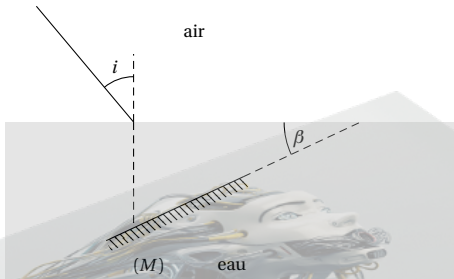
### Exercice 1.

#### Optique géométrique

##### 1.1. Réflexion et réfraction de la lumière

Dans un vase contenant de l'eau, on introduit un miroir plan ( $M$ ) dont la surface réfléchissante est inclinée d'un angle  $\beta$  inconnu sur la surface libre que l'on admettra horizontale.

Un rayon lumineux tombe sur la surface de l'eau sous une incidence  $i = 30^\circ$ . Après réfraction dans l'eau, il arrive perpendiculairement sur la surface réfléchissante du miroir. La figure ci-dessous traduit la situation.



1.1.1. Tracer la marche du rayon lumineux à travers le système optique.

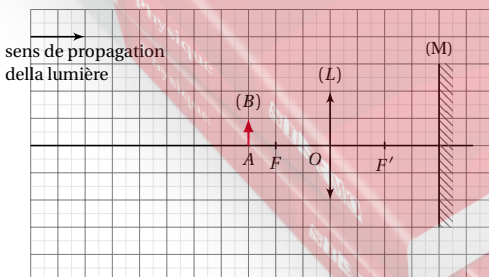
1.1.2. Calculer l'angle de réfraction  $r$  du rayon lumineux dans l'eau.

1.1.3. En déduire la valeur de l'angle d'inclinaison  $\beta$  du miroir sur la surface libre de l'eau.

On prendra l'indice de réfraction de l'eau :  $n = 4/3$ .

#### 1.2. Lentilles

1.2.1. Construire graphiquement l'image définitive  $A''B''$  de l'objet  $AB$  que donne le système lentille ( $L$ )-miroir-plan ( $M$ ) représenté sur la figure ci-dessous.



1.2.2. Donner les caractéristiques de cette image définitive (Nature, sens, hauteur et position par rapport à la lentille).

### Exercice 2.

#### Instruments d'optique

##### 2.1. L'œil

Recopier puis compléter le tableau suivant portant sur les anomalies de l'œil et leurs modes de corrections.

Anomalies	Manifestations chez le patient	Type lentilles de correction
Presbytie		
Myopie		
Hypermétropie		

##### 2.2. Étude du microscope

2.2.1. Décrire sommairement le principe du microscope.

2.2.2. Définir l'intervalle optique  $\Delta$  d'un microscope.

2.2.3. L'intervalle optique  $\Delta$  d'un microscope vaut 10 cm. Son oculaire et son objectif ont respectivement pour distances focales  $f_1 = 2$  cm et  $f_2 = 2$  mm.

Calculer sa puissance intrinsèque  $P$ .

### Exercice 3.

#### Énergie électrique

3.1. Échanges d'énergie dans un circuit électrique

Un générateur ( $E = 20,00\text{V}$ ,  $r = 1\Omega$ ) est monté aux bornes d'une portion de circuit comprenant :

- un résistor de résistance  $R = 20\Omega$ ;
- un moteur l'électrique de f.c.é.m.  $E' = 12\text{V}$  et de résistance interne  $r' = 2\Omega$

et montés en parallèle

3.1.1. Faire le schéma du circuit.

3.1.2. L'intensité  $I$  du courant produit par le générateur vaut 3,2 V. Calculer :

3.1.2.1. Les intensités  $I_1$  et  $I_2$  des courants respectivement dans le moteur et dans le résistor  $R$ .

3.1.2.2. Le rendement  $\rho$  du moteur.

3.1.3. Établir le diagramme des échanges d'énergie entre les dipôles du circuit ci-dessus lorsque le générateur fonctionne.

3.2. Étude d'un alternateur

3.2.1. Énoncer la loi de Lenz.

3.2.2. Établir la liste des éléments principaux d'un alternateur et donner le rôle de chacun.

3.2.3. Expliquer sommairement le fonctionnement d'un alternateur.

### Exercice 4.

#### Énergie mécanique

Une voiture de masse  $m = 1000\text{kg}$  en mouvement, aborde une cote qu'on assimile à un plan incliné dans le sens de la montée, avec une vitesse  $v_0 = 20\text{ m s}^{-1}$ , la ligne de plus grande pente du plan est inclinée d'un angle  $\alpha$



## 1.1. Enoncé des sujets d'examen

sur l'horizontale. Elle se déplace sous l'action d'une force motrice d'intensité constante  $\vec{F}$  et parallèle à la route.

Après avoir parcouru une distance  $d = 80 \text{ m}$ , sa vitesse ne vaut plus que  $18 \text{ m s}^{-1}$ . Les forces de frottement sur la route sont équivalentes à une force unique d'intensité constante  $f = 200 \text{ N}$ .

**4.1.** En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calculer l'intensité de la force motrice lors du parcours ci-dessus.

**4.2.** Le niveau de référence pour l'énergie potentielle de pesanteur du système {voiture-Terre} est pris à l'horizontale du point de la route où commence la montée. Calculer, à la fin du parcours ci-dessus :

**4.2.1.** L'énergie cinétique  $E_C$  de la voiture.

**4.2.2.** L'énergie potentielle  $E_P$  du système {voiture-Terre}.

**4.2.3.** L'énergie mécanique  $E$  du système {voiture-Terre}.

Prendre  $\sin \alpha = 0,04$  et  $g = 10 \text{ N kg}^{-1}$ .

### 1.1.2 Enoncé – Probatoire 2013

Examen:	Probatoire	Séries:	C, E
Session:	2013	Durée:	2 heures
Épreuve:	Physique	Coef.:	3

#### Exercice 5.

##### Énergie mécanique

**5.1.** Solide suspendu à un fil vertical.

On constitue un pendule en suspendant une petite sphère métallique assimilable à un point matériel de masse  $m = 0,2 \text{ kg}$  à un fil sans masse de longueur  $L = 90 \text{ cm}$ . Lorsque le système est à l'équilibre, on admet que son énergie potentielle de pesanteur est nulle. On prend  $g = 9,8 \text{ N kg}^{-1}$ .

**5.1.1.** Définir : énergie potentielle de pesanteur.

**5.1.2.** On écarte le système de sa position d'équilibre jusqu'à ce que le fil reste toujours tendu fasse un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec la verticale.

**5.1.2.1.** Calculer l'énergie potentielle de pesanteur du système [Terre – pendule].

**5.1.2.2.** On abandonne ensuite le système à lui-même (pas de vitesse initiale).

Calculer la vitesse  $v$  de la sphère au passage par la verticale.

**5.2.** Solide accroché à un ressort horizontal.

Un ressort à spires non-jointives de longueur à vide  $l_0 = 15 \text{ cm}$  et de raideur  $k = 0,5 \text{ N cm}^{-1}$  est disposé horizontalement. Une de ses extrémités est attachée à un support fixe; à son autre extrémité, on accroche un petit solide pouvant se déplacer sans frottement sur un guide rectiligne et horizontal. Lorsque l'ensemble est à l'équilibre, le ressort n'est ni tendu, ni comprimé. On admet alors que son énergie potentielle élastique est nulle.

**5.2.1.** On écarte le système de sa position d'équilibre en déplaçant le solide de  $4 \text{ cm}$  de façon à compresser le

ressort. Calculer, l'intensité  $F$  de la force que le ressort exerce sur le solide.

**5.2.2.** On lâche le solide et le ressort se détend, entraînant le solide qui part du repos.

**5.2.2.1.** Définir : énergie mécanique.

**5.2.2.2.** Exprimer, l'énergie mécanique du système {ressort – solide} à une position quelconque du solide.

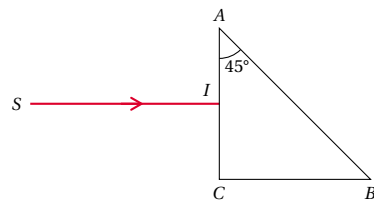
**5.2.2.3.** En admettant que l'énergie mécanique du système se conserve, déterminer à quelle distance  $d$  de son point de départ la vitesse du solide s'annule.

#### Exercice 6.

##### Optique géométrique

**6.1.** Le prisme

Un rayon  $SI$  arrive sous incidence, normale sur la face  $AC$  d'un prisme en verre d'indice  $n = 1,5$  et dont la section principale à la forme d'un triangle rectangle isocèle (voir figure ci-dessous).



Document 1 : Marche d'un rayon lumineux à travers un prisme.

**6.1.1.** Calculer la valeur de l'angle d'incidence  $r'$  du rayon transmis sur la face  $AB$  du prisme?

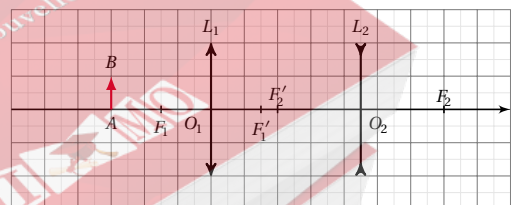
**6.1.2.** Calculer la valeur de l'angle de réfraction limite  $\lambda$ , du dioptre air-verre et la comparer à celle de l'angle d'incidence  $r'$  sur la face  $AB$  du prisme. Conclure.

**6.1.3.** Tracer la marche du rayon lumineux à travers le prisme.

**6.1.4.** Déterminer la déviation  $D$  subie par le rayon lumineux.

**6.2.** Les lentilles minces

**6.2.1.** Construire l'image  $A''B''$  de l'objet  $\vec{AB}$  donnée par le système de lentille  $L_1$  et  $L_2$  sur la figure ci-dessous. On a orienté l'axe optique commun des deux lentilles dans le sens de propagation de la lumière.



**6.2.2.** À partir du graphique, vérifier que la position de l'image intermédiaire  $A'B'$  obéit, à la relation de conjugaison.

## Exercice 7.

## L'œil et les instruments optique

## 7.1. L'œil

7.1.1. Définir : Punctum proximum.

7.1.2. Un œil a son punctum remotum à 100 cm, son punctum proximum à 10 cm. Quel(s) est/sont le(s) défaut(s) d'accommodation de cet œil? Justifier la réponse.

7.1.3. Quelles doivent être la nature et la vergence de la lentille qu'il faut accoler à cet œil pour envoyer son punctum remotum à l'infini?

## 7.2. La lunette astronomique

Une lunette astronomique est constituée d'un oculaire de distance focale  $f_1 = 3$  cm et d'un objectif de distance focale  $f_2 = 300$  cm.

7.2.1. Expliquer l'expression « lorsque la lunette est afocale ».

7.2.2. Lorsque la lunette est afocale, calculer :

7.2.2.1. La distance entre les centres optiques de l'oculaire et de l'objectif.

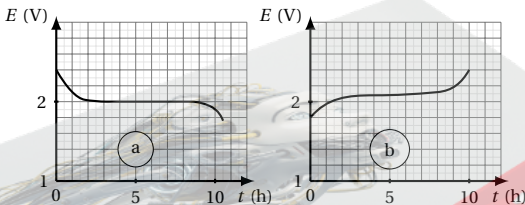
7.2.2.2. Le grossissement  $G$  de la lunette.

## Exercice 8.

## Énergie électrique

## 8.1. Accumulateur au plomb.

La figure ci-dessous donne les courbes représentatives des variations de la f.é.m. d'un élément d'accumulateur plomb – acide sulfurique pendant la charge et pendant la décharge.



8.1.1. Attribuer à chaque courbe, le fonctionnement correspondant. On justifiera la réponse.

8.1.2. Décrire un élément de batterie plomb – acide sulfurique. On donnera la nature des deux électrodes et on précisera celle qui est la borne positive.

8.1.3. A quel risque expose-t-on une cellule de batterie plomb – acide sulfurique si la f.é.m. de décharge devient inférieure à 1,6 V?

8.1.4. Citez un avantage des accumulateurs plomb – acide sulfurique.

## 8.2. Caractéristiques d'un groupe électrogène.

La figure ci-dessous donne les caractéristiques d'un groupe électrogène.

8.2.1. Sur le document que signifie (AC)?

8.2.2. Conversions de formes d'énergie dans le groupe électrogène

8.2.2.1. Quelle est la source d'énergie utilisée par le groupe électrogène.

8.2.2.2. Quelle forme d'énergie l'alternateur transforme-t-il en énergie électrique?

8.2.2.3. À l'aide d'un diagramme, indiquer les conversions de formes d'énergie opérées au cours du fonction-

nement du groupe électrogène.

8.2.3. Quelle information apporte l'indication : Facteur de puissance = 1?

8.2.4. Calculer le rendement électrique de l'alternateur lorsqu'il fournit à une installation (puissance nominale à charge) une tension alternative.

## Caractéristiques d'un groupe électrogène

## EF11000iS – Un portable d'appoint léger et efficace.

Le plus léger du marché : 13 kg, compact et silencieux, ce groupe électrogène offre la qualité d'une prise de courant domestique, la mobilité en plus I.

Ce générateur possède un tableau de bord complet du mode, économique, une sécurité d'huile et dispose d'un coupe-circuit et d'une prise chargeur batterie.

## Points forts

- 230 V–1000 VA
- Très facile à transporter avec ses 13 kg, le générateur le plus léger du marché
- Couple-circuit d'urgence intégré
- Grande qualité de courant (compatible informatique)

## Caractéristiques électriques

Alternateur	Type "Inverter-Silent"
Fréquence	50 Hz
Puissance nominale à charge (AC)	900 VA
Puissance maxl. (AC)	1000 VA
Sortie (AC)	230 V
Intensité nominale	3,9 A
Tension (DC)	12 V/9 A
Facteur du puissance	1
Nb de phases	Simple
Starter	Direct
Autonomie	4 h
	12 h mode éco

## Caractéristiques moteur

Type	Quatre temps QHV – Refroidissement par air
Cylindrée	50 cm <sup>3</sup>
Puissance	1,61 kW (2 ch) à 6500 /min
Carburant	Essence sans plomb
Capacité du réservoir d'essence	2,5 L
Capacité du réservoir d'huile	0,32 L
Mise en route	Lanceur

## Caractéristiques générales

Dimensions ( $l \times p \times h$ )	450 × 235 × 380 mm
Poids à sec	13 kg
Niveau sonore (LWA)	88 dB (A)
Niveau sonore à 7 m	57 dB (A)
	47 dB (A) mode éco

### 1.1.3 Enoncé – Probatoire 2014

Examen:	Probatoire	Séries:	C, E
Session:	2014	Durée:	2 heures
Épreuve:	Physique	Coef.:	3

#### Exercice 9.

##### Optique géométrique

##### 9.1. Les lentilles

Une lentille convergente de vergence  $C = 10\text{D}$  donne d'un objet réel  $AB = 5\text{ cm}$  normal à l'axe principal une image virtuelle 5 fois plus grande.

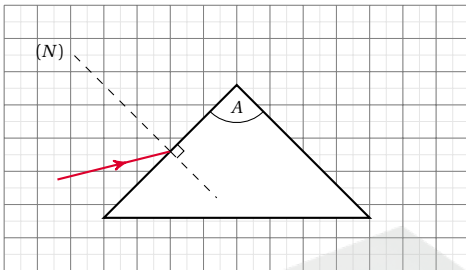
9.1.1. Déterminer par calcul les positions de :

9.1.1.1. l'objet;

9.1.1.2. l'image.

9.1.2. A l'échelle  $E = 1/5$ , construire l'objet et de l'image.

9.2. Étude d'un prisme.



Un rayon lumineux attaque l'une des faces d'un prisme d'indice  $n = 3/2$  sous une incidence  $i_1$ . On prendra :  $A =$  angle du prisme ;  $n =$  indice du prisme à déterminer ;  $r =$  angle de réfraction sur la première face ;  $r' =$  angle d'incidence sur la deuxième face ;  $i_2 =$  angle d'émergence du rayon lumineux du prisme plongé dans l'air.

9.2.1. Tracer la marche du rayon lumineux à travers le prisme.

9.2.2. Représenter l'angle de déviation  $D$  du rayon à travers le prisme.

9.2.3. Rappeler les 4 formules principales du prisme.

9.2.4. L'angle de déviation  $D$  varie avec l'incidence et passe par une valeur minimale  $D_m$  pour  $i_1 = i_2$ . Montrer qu'on peut écrire la relation :

$$\sin\left(\frac{A + D_m}{2}\right) = n \sin\left(\frac{A}{2}\right).$$

Pour  $D_m = 27^\circ$  et  $A = 46^\circ$ , calculer la valeur  $n$  de l'indice du prisme.

#### Exercice 10.

##### Instruments d'optique

##### 10.1. L'œil réduit

Pour un œil normal, la distance  $d$  séparant le cristallin de la rétine vaut 17 mm. (Un enfant regarde une statue de hauteur  $h = 1,75\text{ m}$  située à la distance  $D = 15\text{ m}$ .)

10.1.1. Calculer la hauteur  $h'$  de l'image sur la rétine.

10.1.2. Donner puis justifier le sens de variations de

cette hauteur quand l'enfant s'éloigne de la statue.

##### 10.2. Instruments d'optique

10.2.1. A l'aide d'un schéma, donner le principe de formation et la nature de l'image obtenue par un microscope d'un petit objet placé avant le foyer objet de l'objectif.

10.2.2. Un microscope possède les caractéristiques suivantes :

Intervalle optique :  $\Delta = 16\text{ cm}$  ;

distance focale de l'objectif :  $f_1 = 5\text{ mm}$  ;

distance focale de l'oculaire :  $f_2 = 5\text{ cm}$ .

A travers cet appareil, on observe l'image d'un objet  $AB$  situé à la distance  $d = 5,15\text{ mm}$  devant l'objectif. Déterminer la position  $p'$  par rapport à l'objectif de l'image définitive.

#### Exercice 11.

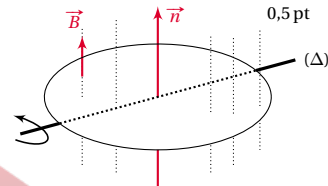
##### Énergie électrique

11.1. Définir la capacité d'un accumulateur.

11.2. Étude de la production d'un courant alternatif.

11.2.1. Énoncer la loi de Lenz.

11.2.2. Une bobine circulaire comportant  $N = 2000$  spires de rayon moyen  $r = 15\text{ cm}$  chacune tourne à la vitesse angulaire  $\omega = 20\pi\text{ rad s}^{-1}$  autour d'un axe de rotation vertical  $(\Delta)$ . Elle est plongée dans un champ magnétique vertical et uniforme de module  $B = 0,1\text{ T}$  et dont les lignes de champ, à l'instant  $t = 0$ , font un angle  $\varphi = 0$  avec la normale à la bobine. Le schéma ci-dessous présente la situation.



11.2.2.1. Donner l'expression de l'angle  $\theta(t)$  entre la normale et le vecteur champ magnétique à un instant  $t$  quelconque en fonction de la vitesse angulaire et du temps.

11.2.2.2. Exprimer le flux  $\varphi(t)$  du champ magnétique à travers la bobine à un instant  $t$  quelconque en fonction de  $N$ ,  $B$ ,  $r$ ,  $t$  et  $\omega$ .

11.2.2.3. Aux bornes de la bobine, on branche un ampèremètre à zéro.

Montrer qu'il naît un courant alternatif dans le circuit ci-dessus.

11.2.2.4. La résistance totale  $R$  du circuit vaut  $2000\ \Omega$ , calculer la valeur  $I_m$  maximale du courant qui apparaît.

#### Exercice 12.

##### Énergie mécanique

Un cycliste de masse  $m = 90\text{ kg}$  (vélo compris) partant du repos, descend une piste inclinée d'un angle  $\beta = 30^\circ$  sur l'horizontale du lieu. Les forces de frottements sont équivalentes à une force unique  $\vec{f}$  d'intensité  $f = 135\text{ N}$ , colinéaire et de sens contraire à la vitesse. La longueur  $L$  de la piste inclinée vaut 120 m. Prendre  $g = 9,8\text{ N kg}^{-1}$ .

**12.1.** En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calculer la valeur  $v$  de la vitesse du cycliste après un parcours rectiligne de longueur  $\ell = 100$  m sur le plan incliné.

**12.2.** L'énergie potentielle de pesanteur est prise égale à zéro au sol horizontal. Calculer, à la fin du trajet ci-dessus, la valeur de l'énergie mécanique  $E$  du système {Terre-cycliste}.

**12.3.** En réalité, pour éviter certains obstacles, le cycliste fait des zigzags qui triplent la distance à parcourir entre les mêmes points de départ et d'arrivée ci-dessus. Calculer la nouvelle vitesse  $v'$  acquise dans ce cas au bout de ce parcours.

**12.4.** En déduire la nouvelle énergie mécanique  $E'$  du système {Terre-cycliste}.

### 1.1.4 Enoncé – Probatoire 2015

Examen:	Probatoire	Séries:	C, E
Session:	2015	Durée:	2 heures
Épreuve:	Physique	Coef.:	3

#### Exercice 13.

##### Optique géométrique

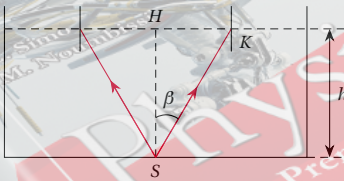
**13.1.** Réfraction de la lumière

**13.1.1.** Calculer l'angle de réfraction limite  $\alpha$  d'un dioptre air-eau.

On donne (indice de réfraction de l'eau)  $= 4/3$ .

**13.1.2.** Dans un vase, on introduit de l'eau jusqu'à une hauteur  $h = 0,25$  m. Au fond du récipient, on place une source lumineuse ponctuelle  $S$  qui émet un cône de lumière d'angle au sommet  $\alpha = 50^\circ$ .

Le schéma ci-dessous traduit la situation :



**13.1.2.1.** Reproduire la figure ci-contre puis schématiser la marche du rayon lumineux issu de  $S$ .

**13.1.2.2.** Calculer l'aire  $A$  du disque lumineux qu'un œil, symétrique de la source  $S$  par rapport à la surface libre, peut voir dans l'eau.

**13.2.** Les lentilles

A la distance  $d = 12$  cm en avant d'une lentille convergente de vergence  $C = 10$  D, on place un objet lumineux  $AB = 3$  cm.

**13.2.1.** Déterminer les caractéristiques de son image  $A'B'$  (position, nature et taille).

**13.2.2.** Énoncer le théorème des vergences.

**13.2.3.** A la lentille ci-dessus, on accole une autre lentille et l'image  $A'B'$  se rapproche de la lentille équivalente de 3 cm. Déterminer la nature et la distance focale de la lentille ajoutée.

#### Exercice 14.

##### Étude de quelques instruments d'optique

**14.1.** L'œil

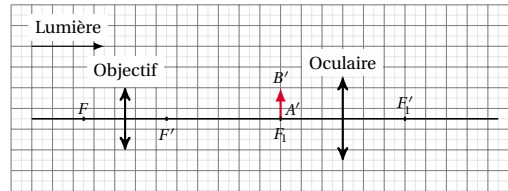
Recopier puis compléter le tableau suivant dressant les défauts de l'œil, leurs conséquences et leurs modes de correction :

Défauts	Position de l'image d'un objet à l'infini par rapport à la rétine	Mode de correction
Hypermétropie		
Myopie		

**14.2.** Le microscope

**14.2.1.** Donner le principe de fonctionnement d'un microscope.

**14.2.2.** Connaissant la position de l'image intermédiaire  $A'B'$ , compléter sur le document à remettre avec la copie, la construction de l'objet  $AB$  et de l'image  $A''B''$  donnée par un microscope.



#### Exercice 15.

##### Énergie électrique

**15.1.** Production de l'énergie électrique

**15.1.1.** Donner le principe de fonctionnement d'un alternateur.

**15.1.2.** Préciser une formule générale et les caractéristiques du courant produit par un alternateur.

**15.2.** Bilan énergétique dans un circuit électrique

On dispose d'une batterie de f.é.m.  $E = 12$  V et de résistance interne  $r = 0,6 \Omega$ . Sa capacité  $Q$  vaut 60 Ah.

**15.2.1.** Définir la capacité  $Q$  d'un accumulateur.

**15.2.2.** Calculer la quantité d'électricité  $Q_E$  qu'elle peut produire.

**15.2.3.** Déterminer la puissance électrique  $P_e$  engendrée si la batterie est mise en court-circuit?

**15.2.4.** La batterie est montée aux bornes d'un électrolyseur de f.c.m.  $E' = 6$  V et de résistance interne  $r' = 4 \Omega$ . Calculer l'énergie chimique  $E_{ch}$  disponible dans l'électrolyseur après 10 min de fonctionnement.

#### Exercice 16.

##### Énergie mécanique

On prendra  $g = 10$  N kg<sup>-1</sup>

**16.1.** Étude du mouvement d'une balle

A partir du sol, une balle de masse  $m = 70$  g est lancée verticalement vers le haut avec une vitesse  $v = 10$  m s<sup>-1</sup>.

## 1.1. Enoncé des sujets d'examen

**16.1.1.** En négligeant la résistance de l'air, calculer la hauteur  $h$  qu'elle pourra atteindre.

**16.1.2.** En réalité, la hauteur atteinte est  $h' = 4,75$  m. Calculer l'intensité  $f$  de la résultante des forces de frottements de l'air.

**16.1.3.** En redescendant, la force de frottement de l'air a une intensité  $f' = 3,7 \times 10^{-2}$  N. Calculer la vitesse  $v$  de la balle à l'arrivée au sol.

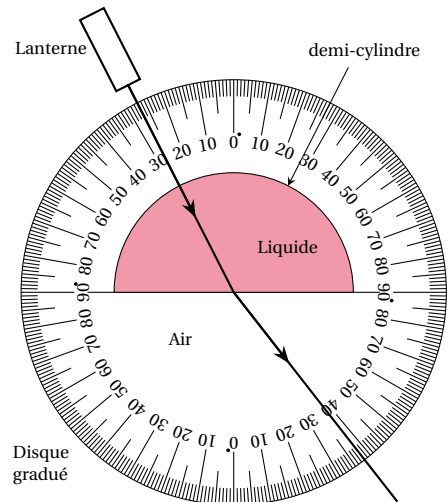
**16.2.** Mouvement d'un pendule

Une bille ponctuelle de masse  $m = 50$  g suspendue à un fil rigide de longueur  $\ell = 30$  cm est écartée d'un angle  $\theta = 60^\circ$  de la verticale. On l'abandonne sans vitesse initiale. On prendra l'énergie potentielle de pesanteur égale à zéro sur le sol horizontal situé à 30 cm du point de suspension de la bille.

Au passage par la position  $\theta = 45^\circ$ , calculer :

**16.2.1.** La vitesse  $v$  de la bille.

**16.2.2.** La valeur de l'énergie potentielle de pesanteur  $E_p$ .



Mesure de l'indice de réfraction d'un liquide

## 1.1.5 Enoncé – Probatoire 2016

Examen:	Probatoire	Séries:	C, E
Session:	2016	Durée:	2 heures
Épreuve:	Physique	Coef.:	3

### Exercice 17.

#### Optique géométrique

**17.1.** Réfraction de la lumière

Monsieur Lobé se propose, avec ses élèves de première C, d'identifier un liquide transparent par la mesure de son indice de réfraction. Pour cela, ils disposent de la table ci-dessous comportant les indices de réfraction de quelques liquides transparents pour une radiation de longueur d'onde  $\lambda = 580$  nm :

Liquide	Méthanol	Acétone	Butanol
Indice de réfraction $n$	1,332	1,356	1,399

Ils remplissent une cuve semi-cylindrique d'un de ces liquides. La cuve est disposée sur un disque gradué comme le montre le schéma de la figure ci-dessous.

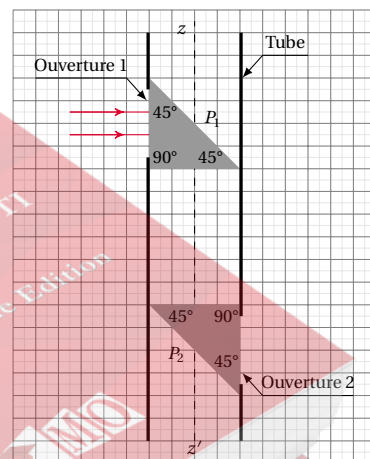
**17.1.1.** Compléter le schéma en matérialisant les angles d'incidence et de réfraction.

**17.1.2.** Déterminer les valeurs de ces angles ; puis déterminer l'indice de réfraction  $n$  du liquide placé dans la cuve.

**17.1.3.** En déduire lequel des liquides a été placé dans la cuve.

**17.2.** Le prisme

Le dispositif représenté sur la figure 2 de l'annexe à remettre avec la copie comporte deux prismes disposés à l'intérieur d'un tube opaque muni de deux ouvertures.



**17.2.1.** Représenter sur le justificatif sur cette figure, le trajet de deux rayons lumineux parallèles entre eux arrivant sur le prisme  $P_1$  perpendiculairement à l'axe  $z'z$ .

**17.2.2.** Un observateur caché derrière un mur utilise ce dispositif pour observer les passants dans la rue sans être vu, en visant à travers l'ouverture 2. Voit-il les gens marcher la tête en bas ?

On donne l'angle limite de réfraction du dioptré verre-air pour le verre qui constitue le prisme :  $\lambda = 41,8^\circ$

**17.3.** Les lentilles minces

On modélise l'objectif d'un appareil photographique

par une lentille mince convergente de distance focale  $f = 50,0 \text{ mm}$ .

**17.3.1.** Calculer la vergence de la lentille et donner son unité.

**17.3.2.** On photographie à l'aide de cet objectif un personnage situé à  $2,00 \text{ m}$  en avant de celui-ci.

**17.3.2.1.** Déterminer la position à donner à la pellicule par rapport à l'objectif pour avoir une image nette.

**17.3.2.2.** Le personnage mesurant  $1,80 \text{ m}$  et les dimensions utiles de la pellicule étant  $24 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$ , peut-on obtenir l'image entière du sujet photographié? On fera les calculs nécessaires.

### Exercice 18.

#### Quelques instruments d'optique

Une petite lunette astronomique afocale est constituée :

- d'un objectif  $L_1$  assimilé à une lentille mince, convergente, de distance focale  $\overline{OF'_1} = 320 \text{ mm}$ ;
- d'un oculaire  $L_2$  assimilé à une lentille mince, convergente, de distance focale  $\overline{OF'_2} = 40 \text{ mm}$ .

**18.1.** Un observateur emmétrope (ayant un œil normal visant à l'infini sans accommoder et donc sans fatigue) observe avec la lunette une étoile  $E$  supposée ponctuelle dans une direction qui n'est pas celle de l'axe optique.

**18.1.1.** Définir le terme afocal en parlant d'une lunette astronomique.

**18.1.2.** Sur un papier millimétré, tracer, sans soucis de l'échelle, mais en respectant les cas particuliers, la marche à travers la lunette de deux rayons issus de  $E$  (On indiquera les foyers et les centres optiques des deux lentilles).

**18.1.3.** Définir le grossissement de la lunette et établir la formule donnant ce grossissement à l'aide de ce schéma, puis calculer sa valeur numérique.

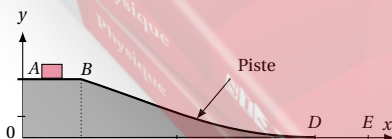
**18.2.** L'observateur est myope et ne peut voir sans se fatiguer que des objets situés à  $96 \text{ cm}$  au plus de son œil. Il règle donc la lunette en conséquence pour une observation sans fatigue et place son œil au voisinage du foyer image de l'oculaire.

Déterminer la position de l'image  $E_1$  donnée par  $L_1$  de  $E$  par rapport à  $O_2$ .

### Exercice 19.

#### Énergie mécanique dans un entrepôt

Dans un entrepôt, on a installé une unité de transfert de colis de masse  $m = 800 \text{ kg}$  représenté par le schéma ci-dessous. Les colis peuvent ainsi passer de la position  $A$  à la position  $E$ .



**19.1.** La piste est constituée de rouleaux pouvant tourner sur leur axe sans frottement. Ces rouleaux sont assimilables à des cylindres de rayon  $R = 4 \text{ cm}$  et de moment d'inertie par rapport à leur axe de rotation  $I_{\Delta} = 64 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2$ . On donne  $g = 10 \text{ N kg}^{-1}$ .

**19.1.1.** Le passage des caisses à la vitesse de  $v = 5,7 \text{ m s}^{-1}$  provoque la rotation des rouleaux. Calculer la vitesse angulaire des rouleaux.

**19.1.2.** Calculer l'énergie cinétique d'un rouleau.

**19.1.3.** Sans effectuer de calcul, expliquer pourquoi les colis peuvent être convoyés à vitesse constante de  $B$  à  $D$ .

**19.2.** En  $E$ , les colis sont chargés dans des camions grâce à un chariot élévateur qui les monte à une hauteur de  $1,50 \text{ m}$  en  $6,0 \text{ s}$ .

**19.2.1.** Calculer l'énergie nécessaire à l'élévation d'un colis.

**19.2.2.** En déduire la puissance mécanique développée par le chariot élévateur.

### Exercice 20.

#### Énergie électrique mise en œuvre dans un moteur

On associe en série une batterie d'accumulateurs de f.é.m.  $E = 18 \text{ V}$  et de résistance interne  $r = 1,2 \Omega$ , une résistance de valeur  $R = 4,8 \Omega$ , un moteur de f.é.m.  $E'$  et de résistance interne  $r'$  et un ampèremètre de résistance négligeable.

**20.1.** On empêche le moteur de tourner. L'intensité du courant dans le circuit vaut alors  $I_1 = 2,0 \text{ A}$ . Calculer la résistance  $r'$  du moteur.

**20.2.** Lorsque le moteur tourne avec une vitesse angulaire  $\omega$ , l'intensité du courant vaut  $I_2 = 1,2 \text{ A}$ .

**20.2.1.** Montrer que l'expression littérale de l'intensité du courant est :  $I_2 = \frac{E - E'}{r + r' + R}$

**20.2.2.** Calculer  $E'$ .

**20.2.3.** Calculer la puissance consommée par chacun des récepteurs.

**20.2.4.** Déterminer le rendement du circuit; c'est-à-dire le rapport de la puissance utile (a priori transformable en puissance mécanique) à la puissance électrique engendrée par les accumulateurs?

## 1.1.6 Énoncé – Probatoire 2017

### Exercice 21.

#### Œil et instruments d'optique

**21.1.** On considère un œil normal.

**21.1.1.** À quelles caractéristiques d'un œil normal correspondent les distances suivantes :  $25 \text{ cm}$ ; infini.

**21.1.2.** Quelles sont dans ces conditions, les distances focales  $f_1$  et  $f_2$  du cristallin correspondant à ces distances.

**21.2.** Un microscope d'intervalle optique  $A = 20 \text{ cm}$  est constitué d'un objectif de distance focale  $2 \text{ mm}$  et d'un oculaire de distance focale  $5 \text{ cm}$ .

Un globule rouge, invisible à l'œil nu, a un diamètre apparent égal à  $4,2 \times 10^{-5} \text{ rad}$ .

**21.2.1.** Calculer la puissance intrinsèque de ce microscope.

## 1.1. Énoncé des sujets d'examen

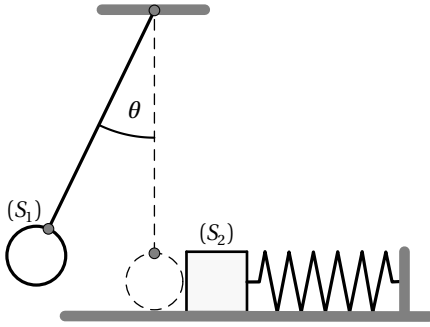
21.2.2. Que vaut son grossissement commercial?

21.2.3. Calculer le diamètre apparent du globule rouge observé à travers le microscope.

## Exercice 22.

## Énergie mécanique

Considérons le système de la figure ci-dessous :



Le pendule est constitué d'une bille ( $S_1$ ) supposée ponctuelle de masse  $m = 300 \text{ g}$  reliée à un support fixe par une tige de masse négligeable et de longueur  $L = 60 \text{ cm}$ . Le ressort est de raideur  $k = 12 \text{ N m}^{-1}$ ; l'une de ses extrémités est attachée à un support fixe; à l'autre extrémité, on accroche un solide ( $S_2$ ) de masse  $M = 600 \text{ g}$  pouvant glisser sans frottement sur un plan horizontal.

Au début de l'expérience, le pendule est vertical et le ressort n'est ni tendu, ni comprimé. Toutes les énergies potentielles (pesanteur et élastique) sont nulles.

On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle  $\theta = 30^\circ$  et on le lâche sans vitesse initiale. Lorsque la bille entre en collision avec le solide, elle a une vitesse de module  $v_1 = 1,50 \text{ m s}^{-1}$ .

22.1. Déterminer l'énergie potentielle de la bille juste avant qu'elle ne soit lâchée. Le niveau de référence pour l'énergie potentielle de pesanteur est pris sur le plan horizontal contenant l'axe du ressort.

On donne :  $g = 9,8 \text{ N kg}^{-1}$

22.2. On admet que le choc entre ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) est parfaitement élastique et que les vitesses prises par ces corps juste après le choc sont respectivement  $\vec{v}'_1$  et  $\vec{v}'_2$  de module  $v'_1$  et  $v'_2$ . Ces vitesses sont colinéaires et de sens contraires.

22.2.1. Écrire l'équation de conservation de la quantité de mouvement et en déduire que  $v_1 + v'_1 = 2v'_2$ .

22.2.2. Écrire l'équation de conservation de l'énergie cinétique.

22.2.3. Déterminer  $v'_1$  et  $v'_2$  en exploitant les relations établies précédemment.

22.3. Énoncer le principe de la conservation de l'énergie mécanique.

22.4. En admettant que l'énergie mécanique du système ressort-solide se conserve, déterminer le raccourcissement maximal  $x$  du ressort après le choc. On admettra que la vitesse du solide ( $S_2$ ) juste après le choc est de  $1 \text{ m s}^{-1}$ .

## Exercice 23.

## Optique géométrique

23.1. Réfraction de la lumière

Soit une cuvette d'eau, posée dans une cour, à l'air libre. On fait tomber à la surface libre de cette eau, un rayon lumineux sous plusieurs incidences  $i_1$ . On note chaque fois l'angle de réfraction  $i_2$ . Le tableau suivant est alors dressé.

$i_1 (^\circ)$	0,0	11,5	23,6	37,0	53,0	90,0
$i_2 (^\circ)$	0,0	8,6	17,5	26,7	37,0	48,6
$\sin i_1$						
$\sin i_2$						

23.1.1. Définir réfraction.

23.1.2. Donner la relation liant  $i_2, i_1, n$ ; où  $n$  est l'indice de réfraction de l'eau par rapport à l'air.

23.1.3. Compléter le tableau.

23.1.4. Tracer sur la figure 1 de l'annexe à remettre avec la copie, le graphe  $\sin i_2 = f(\sin i_1)$ .

On prendra pour échelle : 1 cm pour  $\sin i = 0,1$  sur les deux axes.

23.1.5. Calculer la pente de la courbe et en déduire  $N$ .

23.2. Lentilles sphériques minces

On désire former l'image virtuelle d'un objet réel de grandeur 1 cm à travers une lentille convergente.

23.2.1. Où doit-on placer cet objet  $AB$ ? On donnera l'espace à l'intérieur duquel ceci est possible en le délimitant à l'aide des points caractéristiques de la lentille.

23.2.2. Cet objet est placé à 10 cm en avant du centre optique d'une lentille mince de 20 cm de distance focale, le pied de l'objet étant sur son axe principal.

23.2.2.1. Construire sur la figure 2 de l'annexe à remettre avec la copie, l'image  $A'B'$ , puis déterminer graphiquement sa position et sa grandeur.

Axe vertical : échelle = 1 : 1 et Axe horizontal : échelle = 1 : 5

23.2.2.2. Retrouver par calculs les résultats obtenus précédemment.

## Exercice 24.

## Énergie électrique

24.1. Énergie électrique consommée par une portion de circuit

Un moteur de résistance interne  $r' = 20,0 \Omega$  est alimenté sous une tension électrique  $U = 220 \text{ V}$ .

24.1.1. Le moteur est bloqué (ne tourne pas). Calculer l'intensité du courant qui le traverse.

24.1.2. Le moteur tourne et fournit un travail. La chaleur dégagée par effet Joule dans ce dernier en une minute est  $Q = 7,5 \text{ kJ}$ .

24.1.2.1. Calculer la valeur de l'intensité du courant qui traverse le moteur.

24.1.2.2. Calculer la force contre-électromotrice de ce moteur et en déduire son rendement.

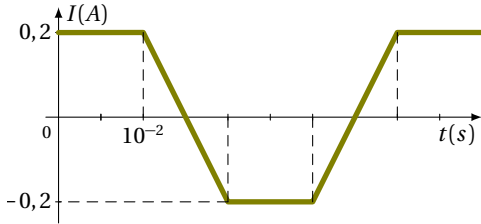
24.1.3. Faire à l'aide d'un diagramme, le bilan énergétique dans ce moteur.

24.2. Production du courant alternatif

Une portion de circuit électrique est constituée d'une bobine d'auto-inductance  $L = 5,0 \text{ mH}$  et de résistance  $R = 2,0 \Omega$ .

**24.2.1.** Calculer la valeur du flux propre à travers cette bobine quand elle est parcourue par un courant de  $0,20 \text{ A}$ .

**24.2.2.** Cette bobine est parcourue par un courant dont l'intensité varie en fonction du temps comme l'indique la figure ci-dessous.



**24.2.2.1.** Déterminer les intervalles de temps pour lesquels il y a variation du flux propre à travers la bobine. Justifier la réponse et calculer cette variation de flux dans chaque cas.

**24.2.2.2.** Calculer la f.é.m. d'auto-induction lorsqu'on a :  $10^{-2} < t < 2 \times 10^{-2}$ .

## 1.2 Solution des sujets d'examen

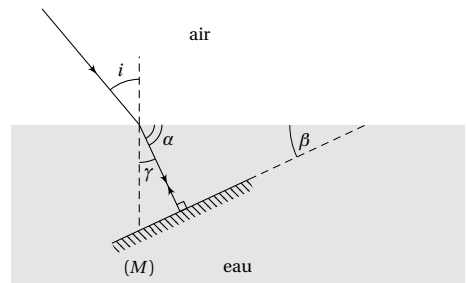
### 1.2.1 Solution – Probatoire 2012

#### Solution 1. (p. 2)

##### Optique géométrique

**1.1. Réflexion et réfraction de la lumière.**

**1.1.1. Tracé de la marche du rayon lumineux :**



**1.1.2. Angle de réfraction  $r$  :**

D'après la deuxième loi de Descartes relative à la réfraction :

$$\sin i = n \sin r \Rightarrow \sin r = \frac{\sin i}{n}$$

A.N. :  $\sin r = 0,375 \Rightarrow r = 22,02^\circ \approx 22^\circ$

**1.1.3. Valeur de l'angle d'inclinaison  $\beta$  du miroir :**

Suivant le schéma de la figure ci-dessus :

$$\alpha + 90^\circ + \beta = 180^\circ \quad (1.1)$$

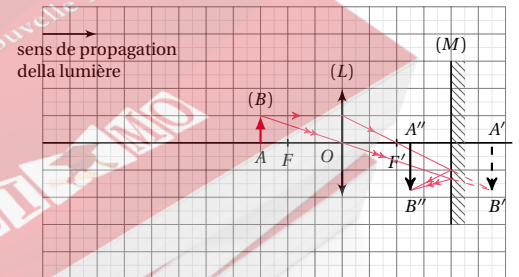
$$\text{or } \alpha = 90^\circ - r \quad (1.2)$$

$$\Rightarrow 180^\circ - r + \beta = 180^\circ \quad (1.3)$$

d'où  $\beta = r = 22,02^\circ \approx 22^\circ$ .

**1.2. Les lentilles :**

**1.2.1. Construction de l'image définitive  $A''B''$  :**



**1.2.2. Caractéristiques de  $A''B''$  :**

- Nature : Image réelle.
- Sens : Image renversée par rapport à l'objet  $AB$ .
- Hauteur :



## 1.2. Solution des sujets d'examen

En considérant une échelle vraie grandeur :

$$A''B'' = 1,75 \text{ cm}$$

### ■ Position par rapport la lentille :

En considérant toujours une échelle vraie grandeur :

$$\overrightarrow{OA''} = 1,5 \text{ cm}$$

l'image définitive est à 2,5 cm derrière la lentille.

## Solution 2. (p. 2)

### Instruments d'optique

#### 2.1. L'œil

Anomalies	Manifestations chez le patient	Lentilles de corrections
Presbytie	Vision floue des objets rapprochés	Lentille convergente
Myopie	Vision floue des objets éloignés	Lentille divergente
Hypermétropie	Vision floue des objets rapprochés Vision floue des objets à l'infinie	Lentille convergente

#### 2.2. Étude du microscope

##### 2.2.1. Principe du microscope :

Le microscope est un système de deux lentilles convergentes, dont la première l'objectif et la deuxième l'oculaire.

La microscope donne d'un objet une image virtuelle plus grande.

##### 2.2.2. Définition :

Intervalle optique d'un microscope est la distance entre le foyer principal image de l'objectif et le foyer principal objet de l'oculaire.

##### 2.2.3. Puissance intrinsèque :

$$P = \frac{\Delta}{f_1 \cdot f_2}$$

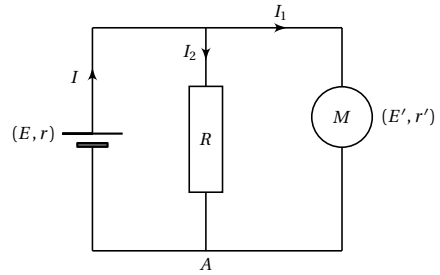
A.N. :  $P = 2500 \delta$ .

## Solution 3. (p. 2)

### Énergie électrique

#### 3.1. Échanges d'énergie dans un circuit électrique :

##### 3.1.1. Schéma du circuit



##### 3.1.2.

##### 3.1.2.1. Intensités $I_1$ et $I_2$ de courants :

D'après la loi d'Ohm aux bornes des dipôles, on a :

$$U_{AB} = E - rI$$

$$U_{AB} = RI_2$$

$$U_{AB} = E' + r'I_1$$

on peut donc écrire :

$$RI_2 = E - rI \Rightarrow I_2 = \frac{E - rI}{R}$$

A.N. :  $I_2 = 0,84 \text{ A}$

D'après la loi des nœuds,

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_1 = I - I_2$$

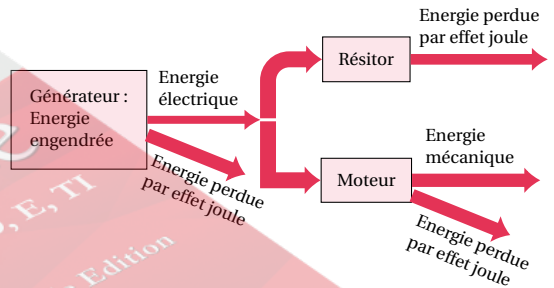
A.N. :  $I_1 = 2,36 \text{ A}$

##### 3.1.2.2. Rendement du moteur.

$$\rho = \frac{E'}{U_{AB}} = \frac{E'}{E' + r'I_1}$$

A.N. :  $\rho = 0,7177 \approx 0,72 = 72\%$

##### 3.1.3. Diagramme des échanges d'énergie.



#### 3.2. Étude d'un alternateur :

##### 3.2.1. Énoncé de la loi Lenz :

Le sens du courant induit est tel que, par ses effets électromagnétiques il s'oppose toujours à la cause qui lui a donné naissance.

##### 3.2.2. Éléments principaux d'un alternateur et leur rôle.

Éléments	Rôle
Rotor	Fait varier le flux magnétique dans le stator (inducteur)
Stator	Siège de la f.é.m. induite (induit)

##### 3.2.3. Fonctionnement d'un alternateur

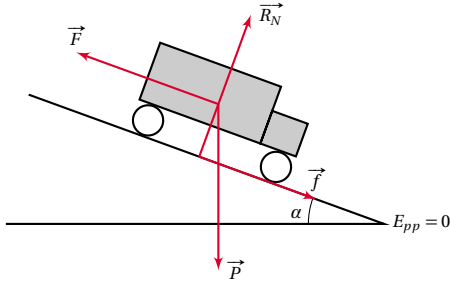
La rotation d'un rotor devant un stator entraîne la variation du flux magnétique qui entraîne la naissance une f.é.m. induite alternative.

**Solution 4. (p. 2)**

**Énergie mécanique**

**4.1. Intensité de la force motrice  $\vec{F}$  :**

Le bilan des forces extérieures appliquées à la voiture étant : Force s'exerçant sur la voiture :



En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à la voiture, on a :

$$\Delta E_C = \sum W(\vec{F}_e \vec{x})$$

$$\Leftrightarrow E_{C_f} - E_{C_0} = W(\vec{P}) + W(\vec{f}) + W(\vec{R}_N) + W(\vec{F})$$

or :  $W(\vec{R}_N) = 0$  car  $\vec{R}_N \perp \vec{d}$

$$\Rightarrow E_{C_f} - E_{C_0} = W(\vec{P}) + W(\vec{f}) + W(\vec{F})$$

$$\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = -mgd \sin \alpha + fd + Fd$$

$$\Rightarrow F = \frac{m}{2d} (v^2 - v_0^2) + mg \sin \alpha + f$$

A.N. :  $F = 125 \text{ N}$

**4.2.**

**4.2.1. Énergie cinétique de la voiture :**

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2$$

A.N. :  $E_C = 162000 \text{ J}$

**4.2.2. Énergie potentielle du système (voiture-Terre) :**

$$E_p = mgh \text{ or : } h = d \sin \alpha$$

$$\Rightarrow E_p = mgd \sin \alpha.$$

A.N.  $E_p = 32000 \text{ J}$

**4.2.3. Énergie mécanique E du système (voiture - Terre) :**

$$E = E_C + E_p$$

A.N.  $E = 194000 \text{ J}$

**1.2.2 Solution – Probatoire 2013**

**Solution 5. (p. 3)**

**Énergie mécanique**

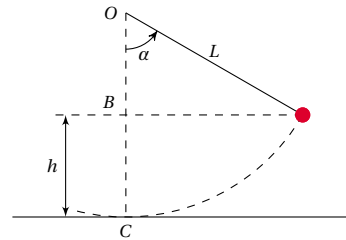
**5.1. Solide suspendu à un fil vertical.**

**5.1.1. Définition.**

Énergie potentielle de pesanteur est l'énergie que possède un système du fait de la position de son centre d'inertie par rapport à la Terre.

**5.1.2.**

**5.1.2.1. Énergie potentielle de pesanteur du système :**



$$E_p = mgh,$$

$$\text{avec } h = BC = OC - OB$$

$$= L - L \cos \alpha = L(1 - \cos \alpha)$$

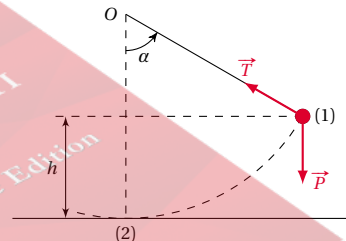
Soit :

$$E_p = mgL(1 - \cos \alpha)$$

A.N. :  $E_p = 0,236 \text{ J}$

**5.1.2.2. Vitesse de la sphère au passage par la verticale :**

Le bilan des forces extérieures appliquées à la sphère étant :



En appliquant le principe de l'énergie cinétique à la sphère entre les positions (1) et (2), on a :

$$\Delta E_C = \sum W(\vec{F}_e \vec{x})$$

$$\Leftrightarrow E_{C_2} - E_{C_1} = W(\vec{P}) + W(\vec{T})$$

$$\text{or : } \begin{cases} E_{C_1} = 0 \text{ car } v_1 = 0 \\ W(\vec{T}) = 0, \text{ car tangente à la trajectoire.} \end{cases}$$

$$\Rightarrow E_{C_2} = W(\vec{P})$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} m v^2 = mgh \Leftrightarrow \frac{1}{2} m v^2 = mgL(1 - \cos \alpha)$$

$$\Rightarrow v = [2gL(1 - \cos \alpha)]^{\frac{1}{2}}$$

A.N. :  $v = 1,537 \text{ m s}^{-1} \approx 1,57 \text{ m s}^{-1}$

## 1.2. Solution des sujets d'examen

## 5.2. Solide accroché à un ressort horizontal.

## 5.2.1. Force exercée par le ressort sur le solide.

$$F = k\Delta\ell$$

A.N. :  $\Delta\ell = 4 \text{ cm}$ ;  $F = 2 \text{ N}$

## 5.2.2.

## 5.2.2.1. Définition.

L'énergie mécanique d'un système est la somme de son énergie cinétique et son énergie potentielle.

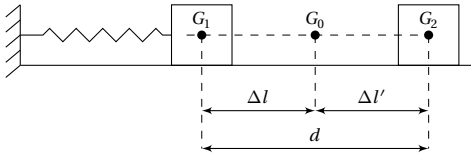
5.2.2.2. Expression de l'énergie mécanique du système (ressort solide) à une position quelconque du solide :

$$E_m = E_c + E_p$$

$$\text{or } E_c = \frac{1}{2} m v^2 \text{ et } E_p = \frac{1}{2} k x^2$$

$$\text{Soit } E_m = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2$$

5.2.2.3. Distance  $d$  de son point de départ à laquelle la vitesse du solide s'annule :



$G_0$  est position d'équilibre du solide;

$G_1$  et  $G_2$  sont les positions extrêmes du solide.

$G_1$  et  $G_2$  étant les positions extrêmes du solide, la vitesse à ces positions est nulle.

Les forces de frottement étant nulles, le système est conservatif, soit

$$E_m = \text{cte} \Leftrightarrow E_{m1} = E_{m2}$$

$$\text{or : } \begin{cases} E_{m1} = E_{pe1} = \frac{1}{2} k \Delta\ell \\ E_{m2} = E_{pe2} = \frac{1}{2} k \Delta\ell' \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} k \Delta\ell = \frac{1}{2} k \Delta\ell' \Rightarrow \Delta\ell = \Delta\ell'$$

Soit :

$$d = G_1 G_2 = \Delta\ell + \Delta\ell' = 2\Delta\ell$$

$$d = 2\Delta\ell$$

A.N. :  $d = 8 \text{ cm}$ .

## Solution 6. (p. 3)

## Optique géométrique

## 6.1. Le prisme.

6.1.1. Angle d'incidence  $r'$  du rayon transmis sur la face AB :

On a :  $A = r + r'$ , or  $i = r = 0$

$$\Rightarrow r' = A = 45^\circ$$

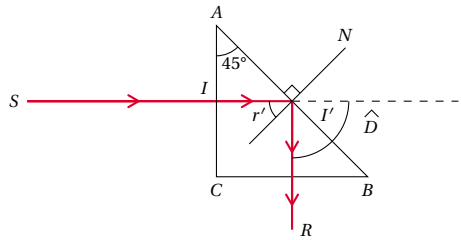
6.1.2. Angle de réfraction limite  $\lambda$  du dioptre air-verre :

$$\text{on a : } \sin \lambda = \frac{1}{n}$$

A.N. :  $\sin \lambda = 0,6666 \approx 0,67 \Rightarrow \lambda = 41,81^\circ$ .

6.1.3. Tracé de la marche du rayon lumineux à travers le prisme :

Aucune marque distinctive n'est admise

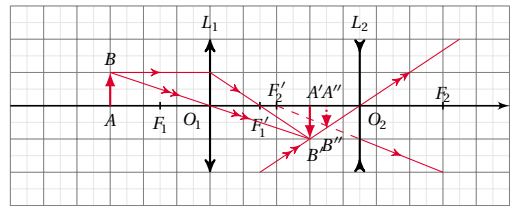


6.1.4. Déviation  $D$  subie par le rayon lumineux :

$$D = 90^\circ$$

6.2. Les lentilles minces.

6.2.1. Construction de l'image  $A''B''$  de l'objet  $AB$  donnée par le système de lentille  $L_1$  et  $L_2$



6.2.2. Vérification de la position de l'image intermédiaire  $A'B'$  obéit à la relation de conjugaison :

D'après la relation de conjugaison,

$$\frac{1}{O_1 A'} - \frac{1}{O_1 A} = \frac{1}{O_1 F_1'}$$

donc :

$$\frac{1}{O_1 A'} = \frac{O_1 F_1' \cdot O_1 A}{O_1 F_1' + O_1 A}$$

En prenant pour échelle :  $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ division}$ .

A.N. :  $O_1 F_1' = 1,5 \text{ cm}$ ;  $O_1 A = 3 \text{ cm}$ ;  $O_1 A' = 3 \text{ cm}$

## Solution 7. (p. 4)

## Œil et les instruments d'optique

## 7.1. L'œil.

7.1.1. Définition : Le punctum proximum est le point de l'axe optique le plus rapproché que l'œil peut voir nettement en accommodant au maximum.

7.1.2. Le défaut d'accommodation de cet œil est la myopie.

Justification : Son punctum remotum est inférieur à celui d'un œil normal (ou son punctum proximum est inférieur à celui d'un œil normal).

7.1.3. Nature et vergence des lentilles de correction :

■ Nature : lentille divergente.

■ Vergence :

$$C = \frac{1}{OF'}$$

$$\text{or : } \overline{OF'} = -D_m \Rightarrow C = -\frac{1}{D_m}$$

A.N. :  $D_m = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$ ;  $C = -1 \text{ D}$

7.2. La lunette astronomique.

**7.2.1.** Explication de l'expression « lorsque la lunette est afocale »

Cela signifie que le foyer principal image de l'objectif et le foyer principal objet de l'oculaire sont confondus.

**7.2.2.**

**7.2.2.1.** Distance entre les centres optiques de l'objectif et de l'oculaire :

$$\text{on a : } \overline{O_1 O_2} = \overline{O_1 F'_1} + \overline{O_2 F'_2}$$

A.N. :  $\overline{O_1 O_2} = 303 \text{ cm}$

**7.2.2.2.** Grossissement  $G$  de la lunette.

$$\text{on a : } G = \frac{\overline{O_2 F'_2}}{\overline{O_1 F'_1}}$$

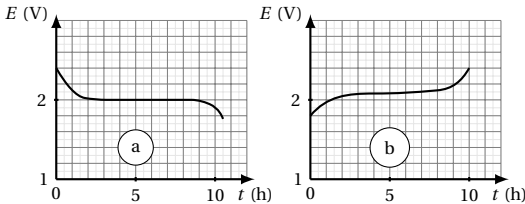
A.N. :  $G = 100$ .

**Solution 8. (p. 4)**

**Énergie électrique**

**8.1. Accumulateur au plomb.**

**8.1.1.** Identification des courbes et justification :



- Courbe de décharge de l'accumulateur, car la f.é.m. diminue au cours du temps.
- Courbe de charge de accumulateur, car la f.é.m. augmente au cours du temps.

**8.1.2.** Description d'un élément de batterie plomb-acide sulfurique :

- Électrode positive : plaque de plomb dans laquelle est inséré le dioxyde de plomb ( $\text{PbO}_2$ );
- Électrode négative : plaque de plomb dans laquelle est inséré le plomb spongieux (Pb).
- Électrolyte : solution d'acide sulfurique.

**8.1.3.** Si la f.é.m. de décharge devient inférieure à 1,6 V pour une cellule de batterie plomb-acide sulfurique, il y a risque de sulfatation ; c'est-à-dire la saturation de la solution en sulfate de plomb. Ce qui conduit à la détérioration de batterie.

**8.1.4.** Avantages des accumulateurs plomb-acide sulfurique :

- Ils fournissent une énergie électrique importante;
- Ils ne polluent pas lorsque le recyclage est bien suivi.

**8.2. Caractéristiques d'un groupe électrogène.**

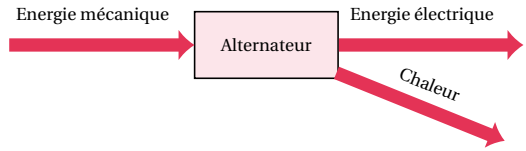
**8.2.1.** AC signifie alternative current (ou courant alternatif).

**8.2.2.**

**8.2.2.1.** Source d'énergie utilisée par le groupe électrogène : Le carburant.

**8.2.2.2.** Forme d'énergie transformée par l'alternateur en énergie électrique : L'énergie mécanique.

**8.2.2.3.** Diagramme des conversions des formes d'énergie.



**8.3.** Information apportée par l'indication « Facteur de puissance = 1 ».

Conducteur ohmique (ou que la puissance moyenne est maximale).

**8.4.** Rendement électrique de l'alternateur :

$$\text{on a : } \rho = \frac{P_e}{P_m}$$

où  $P_e$  : puissance nominale à charge;  $P_m$  : puissance maximale.

A.N. :  $P_e = 900 \text{ VA}; P_m = 1000 \text{ VA};$

$\rho = 0,9 = 90\%$ .

**1.2.3 Solution – Probatoire 2014**

**Solution 9. (p. 5)**

**Optique géométrique**

**9.1. Les lentilles**

**9.1.1. Détermination par calcul :**

**9.1.1.1. De la position de l'objet :**

D'après la formule de conjugaison,

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C$$

$$\text{or : } \overline{A'B'} = 5\overline{AB} \Leftrightarrow \overline{OA'} = 5\overline{OA}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{5\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C \Leftrightarrow -\frac{4}{5 \cdot \overline{OA}} = C$$

$$\Rightarrow \overline{OA} = -\frac{4}{5C}$$

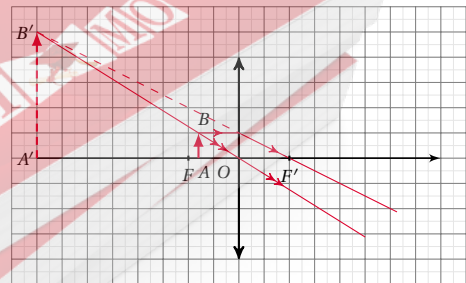
A.N. :  $\overline{OA} = -0,08 \text{ m} = -8 \text{ cm}$

**9.1.1.2. De la position de l'image :**

$$\overline{OA'} = 5\overline{OA}$$

A.N. :  $\overline{OA'} = -0,4 \text{ m} = -40 \text{ cm}$

**9.1.2.** Construction de l'objet et de l'image :

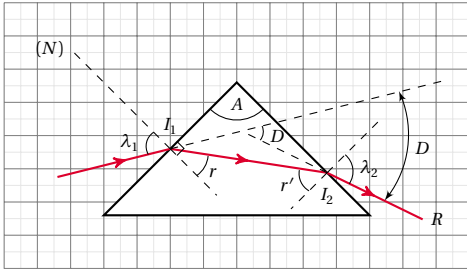


$$\overline{OF'} = \frac{1}{C} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

## 1.2. Solution des sujets d'examen

### 9.2. Étude d'un prisme.

#### 9.2.1. Marche du rayon lumineux à travers le prisme :



#### 9.2.2. Représentation de l'angle de déviation $D$ : Voir Schéma ci-dessous

#### 9.2.3. Rappel des quatre formules principales du prisme :

$$\begin{cases} \sin i_1 = n \sin r \\ \sin i_2 = n \sin r' \end{cases} \quad \begin{cases} A = r + r' \\ D = i_1 + i_2 - A \end{cases}$$

#### 9.2.4. Montrons qu'on peut écrire

$$\sin\left(\frac{A + D_m}{2}\right) = n \sin \frac{A}{2}.$$

pour la déviation maximale, on a :  $i_1 = i_2$

$$i_1 = i_2 \Rightarrow r = r'$$

$$\text{or : } A = r + r' = 2r$$

$$\Rightarrow r = \frac{A}{2} \quad (1.1)$$

$$\text{et } D_m = i_1 + i_2 - A \Leftrightarrow D_m = 2i_1 - A$$

$$\Rightarrow i_1 = \frac{D_m + A}{2} \quad (1.2)$$

D'après la deuxième loi de Descartes relative à la réfraction

$$\sin i_1 = n \sin r \quad (1.3)$$

(1.1) et (1.2) dans (1.3)

$$\Rightarrow \sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right) = n \sin \frac{A}{2} \quad (1.4)$$

La relation (1.4) permet d'avoir :

$$n = \frac{\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right)}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$\text{A.N. : } n = 1,52$$

## Solution 10. (p. 5)

### Instruments d'optique

#### 10.1. L'œil réduit.

10.1.1. Calcul de la hauteur  $h'$  de l'image sur la rétine : d'après la formule de grandissement,

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} \\ \Rightarrow \overline{A'B'} &= \frac{\overline{OA'}}{OA} \overline{AB} \end{aligned}$$

$$\text{A.N. : } \overline{OA'} = d = 17 \text{ mm}, \overline{OA} = -D = -15 \text{ m},$$

$$\overline{AB} = h = 1,75 \text{ m}, \overline{A'B'} = -0,00198 \text{ m} = 1,98 \text{ mm}$$

Donc la hauteur de l'image est  $h' = 1,98 \text{ mm}$

#### 10.1.2. Sens de variation de $h'$ :

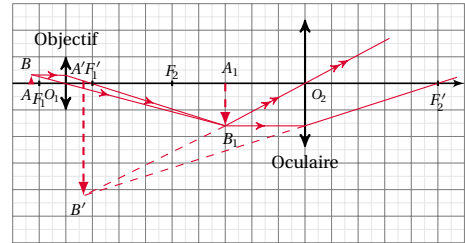
on a :

$$\overline{A'B'} = \frac{\overline{OA'}}{OA} \overline{AB} \Rightarrow h' = \overline{A'B'} = \frac{\overline{OA'}}{OA} \overline{AB}$$

Quand l'enfant s'éloigne,  $OA$  augmente,  $OA'$  et  $AB$  ne varient pas,  $A'B'$  diminue ; donc  $h'$  diminue.

### 10.2. Instruments d'optique.

#### 10.2.1. Schéma de principe d'un microscope :



Nature de l'image : Image virtuelle.

#### 10.2.2. Position de l'image définitive par rapport à l'objectif :

Position de l'image intermédiaire par rapport à l'objectif :

$$\begin{aligned} \text{on a : } \frac{1}{O_1 A_1} - \frac{1}{O_1 A} &= \frac{1}{O_1 F_1'} \\ \Rightarrow \overline{O_1 A_1} &= \frac{\overline{O_1 A} \cdot \overline{O_1 F_1'}}{\overline{O_1 A} + \overline{O_1 F_1'}} \end{aligned}$$

$$\text{A.N. : } \overline{O_1 A} = -5,15 \text{ mm}, \overline{O_1 F_1'} = 5 \text{ mm},$$

$$\overline{O_1 A_1} = 171,666 \text{ mm}$$

Position de l'image intermédiaire par rapport à l'oculaire :

$$\begin{aligned} \text{on a : } \overline{O_1 A_1} &= \overline{O_1 O_2} + \overline{O_2 A_1} \\ \Rightarrow \overline{O_2 A_1} &= \overline{O_1 A_1} - \overline{O_1 O_2} \end{aligned} \quad (1.1)$$

$$\begin{aligned} \text{or : } \overline{O_1 O_2} &= \overline{O_1 F_1'} + \overline{F_1' O_2} \\ &= \overline{O_1 F_1'} + \overline{F_1' F_2} + \overline{F_2 O_2} \\ &\text{et } \overline{F_1' F_2} = \Delta \\ \Rightarrow \overline{O_1 O_2} &= \overline{O_1 F_1'} + \Delta + \overline{F_2 O_2} \end{aligned} \quad (1.2)$$

(1.2) dans (1.1)

$$\Rightarrow \overline{O_2 A_1} = \overline{O_1 A_1} - (\overline{O_1 F_1'} + \Delta + \overline{F_2 O_2})$$

$$\text{A.N. : } \overline{F_2 O_2} = \overline{O_2 F_2'} = 5 \text{ cm} = 50 \text{ mm},$$

$$\Delta = 16 \text{ cm} = 160 \text{ mm}$$

$$\overline{O_2 A_1} = -43,334 \text{ mm}$$

Position de l'image définitive par rapport à l'oculaire :

$$\begin{aligned} \text{on a : } \frac{1}{O_2 A_2} - \frac{1}{O_2 A_1} &= \frac{1}{O_2 F_2'} \\ \Rightarrow \overline{O_2 A_2} &= \frac{\overline{O_2 A_1} \cdot \overline{O_2 F_2'}}{\overline{O_2 A_1} + \overline{O_2 F_2'}} \end{aligned}$$

$$\text{A.N. : } \overline{O_2 A_2} = -325,037 \text{ mm}$$

Position de l'image définitive par rapport à l'objectif :

$$\begin{aligned} \text{on a : } \overline{O_2 A_2} &= \overline{O_2 O_1} + \overline{O_1 A_2} \\ &\Rightarrow \overline{O_1 A_2} = \overline{O_2 A_2} - \overline{O_2 O_1} = \overline{O_2 A_2} + \overline{O_1 O_2} \\ &\text{car : } \overline{O_1 O_2} = -\overline{O_2 O_1} \end{aligned}$$

et d'après la relation (1.2),

$$\overline{O_1 O_2} = \overline{O_1 F_1'} + \Delta + \overline{F_2 O_2}$$

Soit :

$$\begin{aligned} \overline{O_1 A_2} &= \overline{O_2 A_2} + \overline{O_1 F_1'} + \Delta + \overline{F_2 O_2} \\ &= \overline{O_2 A_2} + \overline{O_1 F_1'} + \Delta + \overline{O_2 F_2'} \end{aligned}$$

A.N. :

$$\overline{O_1 A_2} = -110,037 \text{ mm} \approx -110 \text{ mm} = -11 \text{ cm}$$

Donc l'image définitive est à 11 cm en avant de l'objectif.

### Solution 11. (p. 5)

#### Énergie électrique

##### 11.1. Définition :

La capacité d'un accumulateur est la quantité d'électricité que peut fournir cet accumulateur à la décharge.

##### 11.2.

##### 11.2.1. Énoncé de la loi de Lenz :

Le sens du courant induit est tel que par ses effets électromagnétiques, il s'oppose toujours à la cause qui lui a donné naissance.

##### 11.2.2.

##### 11.2.2.1. Expression de $\theta(t)$ :

$$\theta(t) = \omega t$$

$\omega$  en  $\text{rads}^{-1}$ ,  $t$  en s et  $\theta$  en rad.

##### 11.2.2.2. Expression du flux $\varphi(t)$ :

$$\begin{aligned} \varphi(t) &= NBS \cos \theta \text{ or : } S = \pi r^2, \theta = \omega t \\ &\Rightarrow \varphi(t) = \pi r^2 NB \cos \omega t \end{aligned}$$

##### 11.2.2.3. Montrons qu'il naît un courant alternatif dans le circuit.

$\varphi$  étant une fonction sinusoïdale du temps, varie. De plus la fonction sinusoïdale est alternative; ce qui provoque la naissance d'un courant induit alternatif sinusoïdal, qui se manifeste par le déplacement de l'aiguille de l'ampèremètre autour de zéro entre deux positions externes.

##### 11.2.2.4. Valeur maximale de l'intensité du courant :

D'après la loi de Pouillet, on a :

$$\begin{aligned} I_m &= \frac{E_m}{R} \\ \text{or : } e &= -\frac{d\varphi}{dt} = \pi r^2 NB \omega \sin \omega t \end{aligned}$$

d'où  $E_m = \pi r^2 NB \omega$

Soit

$$I_m = \frac{E_m}{R} = \frac{\pi r^2 NB \omega}{R}$$

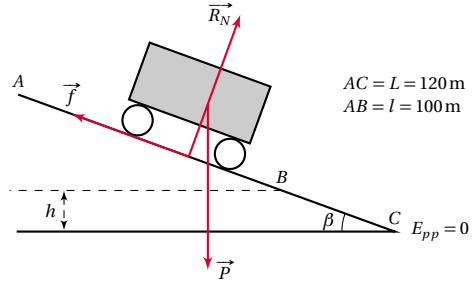
$$\text{A.N. : } I_m = 0,4436 \text{ A} \approx 0,44 \text{ A}$$

### Solution 12. (p. 5)

#### Énergie mécanique

##### 12.1. Calcul de la vitesse $v$ :

Le bilan des forces extérieures appliquées au cycliste étant :



En appliquant le théorème de l'énergie cinétique au cycliste, on a :

$$\begin{aligned} \Delta E_C &= \sum W(\vec{F}_{ex}) \\ \Leftrightarrow E_{C_B} - E_{C_A} &= W(\vec{P}) + W(\vec{R}_N) + W(\vec{f}) \\ \text{or : } \begin{cases} E_{C_A} = 0 \text{ car } v_A = 0 \\ W(\vec{R}_N) = 0 \text{ car } \vec{R}_N \perp \vec{\ell} \end{cases} \end{aligned}$$

$$\text{d'où } E_{C_B} = W(\vec{P}) + W(\vec{f})$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow \frac{1}{2} m v^2 &= m g \ell \sin \beta - f \ell \\ \Rightarrow v &= \left[ \frac{2\ell}{m} (m g \sin \beta - f) \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

$$\text{A.N. : } v = 26,077 \text{ ms}^{-1} \approx 26,08 \text{ ms}^{-1}$$

##### 12.2. Énergie mécanique à la fin du trajet :

$$E = E_B = E_{C_B} + E_{P_B}$$

$$\text{or : } E_{C_B} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_{P_B} = m g h = m g \ell (L - l) \sin \beta$$

$$\text{d'où } E = \frac{1}{2} m v^2 + m g (L - l) \sin \beta$$

$$\text{A.N. : } E = 39427,488 \text{ J}$$

##### 12.3. Calcul la vitesse $v'$ acquise :

D'après le théorème de l'énergie cinétique :

$$\begin{aligned} \Delta E_C &= \sum W(\vec{F}_{ex}) \\ \Leftrightarrow E'_{C_B} - E_{C_A} &= W(\vec{P}) + W(\vec{R}_N) + W(\vec{f}) \\ \text{or : } \begin{cases} E_{C_A} = 0 \text{ car } v_A = 0 \\ W(\vec{R}_N) = 0 \text{ car } \vec{R}_N \perp \vec{\ell} \end{cases} \end{aligned}$$

$$\text{d'où } E'_{C_B} = W(\vec{P}) + W(\vec{f})$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow \frac{1}{2} m v'^2 &= m g \ell \sin \beta - 3\ell \cdot f \\ \Rightarrow v' &= \left( 2g \ell \sin \beta - \frac{6\ell}{m} f \right)^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

$$\text{A.N. : } v' = 8,94 \text{ ms}^{-1}$$

## 1.2. Solution des sujets d'examen

12.4. Nouvelle énergie mécanique du système :

$$E' = E'_B = E'_{C_B} + E'_{P_B}$$

$$= \frac{1}{2} m v'^2 + m g (L - l) \sin \beta$$

$$E' = \frac{1}{2} m v'^2 + m g (L - l) \sin \beta$$

A.N. :  $E = 12419,78 \text{ J} = 1,242 \times 10^4 \text{ J}$

## 1.2.4 Solution – Probatoire 2015

## Solution 13. (p. 6)

## Optique géométrique

13.1. Réfraction de la lumière :

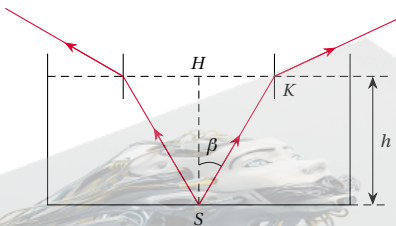
13.1.1. Calcul de l'angle de réfraction limite ( $\alpha$ ) :

$$\sin \alpha = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{eau}}}$$

A.N.  $\sin \alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha = 48,59^\circ \approx 48,6^\circ$

13.1.2.

13.1.2.1. Tracée de la marche des rayons lumineux issus de S :



13.1.2.2. Calcul de l'aire du disque :

on pose :  $R = HK \Rightarrow A = \pi r^2$

et  $\tan \beta = \frac{R}{h} \Rightarrow R = h \tan \beta$

$$\Rightarrow A = \pi (h \tan \beta)^2 = \pi \left( h \tan \frac{\alpha}{2} \right)^2$$

$$A = \pi \left( h \tan \frac{\alpha}{2} \right)^2$$

A.N.  $A = 0,0426 \text{ m}^2 = 4,26 \times 10^{-2} \text{ m}^2$

13.2. Les lentilles :

13.2.1. Caractéristiques de l'image  $A'B'$  :

■ Position : D'après la formule de conjugaison :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = C$$

$$\Rightarrow \overline{OA'} = \frac{\overline{OA}}{1 + C \cdot \overline{OA}}$$

A.N.  $\overline{OA'} = 0,6 \text{ m} = 60 \text{ cm}$

Donc l'image est à 60 cm derrière la lentille.

■ Nature : l'image est réelle car  $\overline{OA'} > 0$ .

■ Taille : D'après la formule de grandissement :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

$$\Rightarrow \overline{A'B'} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \cdot \overline{AB}$$

A.N.  $\overline{A'B'} = -0,15 \text{ m} = 15 \text{ cm}$ .

Donc la taille de l'image est  $A'B' = 15 \text{ cm}$

13.2.2. Énoncé du théorème des vergences :

Plusieurs lentilles accolées équivalent à une lentille unique dont la vergence est égale à la somme algébrique des vergences de chaque lentille :

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

13.2.3. Nature et distance focale de la lentille ajoutée :

$$\overline{OA'} = 60 - 3 = 57 \text{ cm},$$

$$C = 10 \text{ D},$$

$$\overline{OA} = -12 \text{ cm} = -0,12 \text{ m}$$

D'après la formule de conjugaison :

$$C = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$$

$$\Rightarrow C' = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$$

A.N.  $C = 10,0877 \text{ D}$

or :  $C = C_1 + C_2 \Rightarrow C_2 = C - C_1$

A.N. :  $C_2 = 0,0877 \text{ D}$

$$\text{et } \overline{O_2 F_2'} = \frac{1}{C_2}$$

A.N. :  $\overline{O_2 F_2'} = 11,4 \text{ m}$

Nature : Lentille convergente car  $\overline{O_2 F_2'} > 0$ .

## Solution 14. (p. 6)

## Étude de quelques instruments d'optique

14.1. L'œil :

Tableau complété :

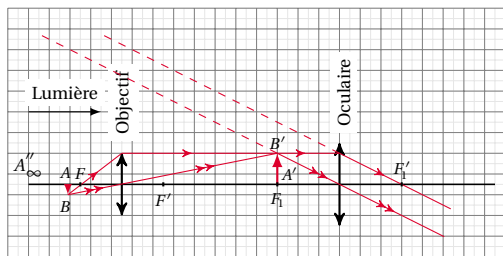
Défauts	Position de l'image d'un objet à l'infini par rapport à la rétine	Mode de correction
Hypermétropie	Derrière la rétine	Porter des lentilles convergentes
Myopie	Devant la rétine	Porter des lentilles divergentes

14.2. Le microscope :

14.2.1. Principe de fonctionnement d'un microscope :

L'objectif donne d'un objet réel  $AB$  une image intermédiaire  $A_1 B_1$  réelle. L'oculaire donne de l'image intermédiaire  $A_1 B_1$ , une image définitive  $A' B'$  plus grande que  $AB$ .

14.2.2. Complétons de l'objet AB et de l'image définitive A'B'' :



**Solution 15. (p. 6)**

**Énergie électrique**

15.1. Production de l'énergie électrique :

15.1.1. Principe de fonctionnement d'un alternateur :

La rotation d'un rotor devant un stator entraîne la variation du flux magnétique dans le circuit fermé de la bobine, ce qui provoque la naissance d'une force électromotrice induite alternative et donc l'apparition d'un courant induit alternatif.

15.1.2. Formule générale et caractéristiques du courant produit par un alternateur :

Formule générale :

$$i = I_{max} \cos(\omega t + \varphi)$$

Caractéristiques du courant produit par un alternateur :

$I_{max}$  : intensité maximale;  $\omega$  : pulsation;  $\varphi$  : phase initiale

15.2. Bilan énergétique dans un circuit électrique :

15.2.1. Définition : La capacité d'un accumulateur est la quantité d'électricité qu'il peut fournir à la décharge.

15.2.2. Quantité d'électricité  $Q_E$  qu'elle peut produire :

$$Q_E = Q = 60Ah = 2,16 \times 10^5 C$$

15.2.3. Puissance électrique  $P_e$  engendrée si la batterie est mise en court-circuit :

$$P_e = E I_{CC}$$

où  $I_{CC}$  est l'intensité du courant de court-circuit ou :

$$I_{CC} = \frac{E}{r}$$

$$\text{d'où : } \Rightarrow P_e = \frac{E^2}{r}$$

A.N.  $P_e = 240W$ .

15.2.4. Énergie chimique disponible dans l'électrolyseur :

$$E_{ch} = E' \cdot I t$$

$$\text{or : } I = \frac{E - E'}{r + r'}$$

$$\Rightarrow E_{ch} = E' \left( \frac{E - E'}{r + r'} \right) t$$

A.N.  $E_{ch} = 4695,65 J \approx 4,7 \times 10^3 J$ .

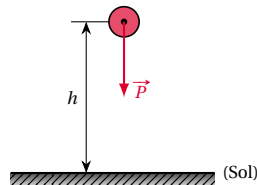
**Solution 16. (p. 6)**

**Énergie mécanique**

16.1. Etude du mouvement d'une balle :

16.1.1. Hauteur  $h$  atteinte :

Le bilan des forces extérieures appliquées à balle étant :



En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à la balle, on a :

$$\Delta E_C = \sum W(\vec{F}_{ex}) \Leftrightarrow E_{Cp} - E_{Ci} = W(\vec{P})$$

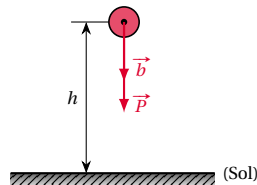
$$\text{or : } E_{Cp} = 0, \text{ car } v_f = 0$$

$$\Leftrightarrow -\frac{1}{2} m v^2 = -mgh \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

A.N.  $h = 5 m$ .

16.1.2. Intensité  $f$  de la résultante des forces de frottements de l'air :

Le bilan des forces extérieures appliquées à la balle étant :



En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à la balle, on a :

$$\Delta E_C = \sum W(\vec{F}_{ex})$$

$$\Leftrightarrow E_{Cf} - E_{Ci} = W(\vec{P}) + W(\vec{f})$$

$$\text{or : } E_{Cf} = 0 \text{ car } v_f = 0$$

$$\Rightarrow -E_{Ci} = W(\vec{P}) + W(\vec{f})$$

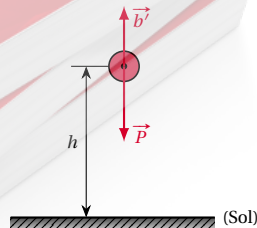
$$\Leftrightarrow -\frac{1}{2} m v^2 = -mgh' - f h'$$

$$\Rightarrow f = \frac{m v^2}{2h'} - mg$$

A.N.  $f = 0,368 N \approx 3,7 \times 10^{-2} N$ .

16.1.3. Vitesse  $v$  de la balle à l'arrivée au sol :

Le bilan des forces extérieures appliquées à la balle étant :



En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à la



## 1.2. Solution des sujets d'examen

balle, on a :

$$\Delta E_C = \sum W(\vec{F}_{ex})$$

$$\Leftrightarrow E_{C_f} - E_{C_i} = W(\vec{P}) + W(\vec{f}')^*$$

or :  $E_C = 0$  car  $v_i = 0$  et  $v_f$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 = m g h' - f h'$$

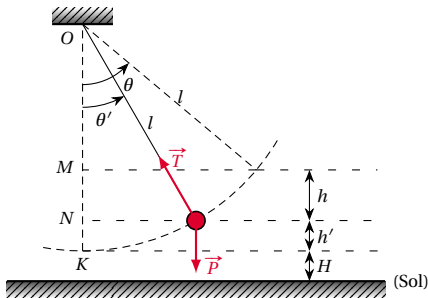
$$\Rightarrow v = \left[ \frac{2h'}{m} (m g - f') \right]^{\frac{1}{2}}$$

A.N.  $f = 9,48 \text{ m s}^{-1} \approx 9,5 \text{ m s}^{-1}$

## 16.2. Mouvement d'un pendule

16.2.1. Vitesse  $v$  de la bille :

Le bilan des forces extérieures appliquées à la bille étant :



En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à la bille, on a :

$$\Delta E_C = \sum W(\vec{F}_{ex})$$

$$\Leftrightarrow E_{C_f} - E_{C_i} = W(\vec{P}) + W(\vec{T})$$

or :  $E_{C_i} = 0$ , car  $v_i = 0$ ,  $W(\vec{T}) = 0$ , car  $\vec{T}$  perpendiculaire à la tangente à la trajectoire.

$$\Rightarrow E_{C_f} = W(\vec{P})$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} m v^2 = m g h \Leftrightarrow v^2 = 2 g h$$

$$\text{or : } h = ON - OM = l \cos \theta' - l \cos \theta$$

$$= l (\cos \theta' - \cos \theta)$$

$$\Rightarrow v^2 = 2 g l (\cos \theta' - \cos \theta)$$

$$\text{d'où } v = \sqrt{2 g l (\cos \theta' - \cos \theta)}$$

A.N.  $v = 1,11 \text{ m/sec}$ .

## 16.2.2. Énergie potentielle de pesanteur :

$$E_p = m g (h' + H)$$

$$\text{or : } h' = NK = OK - ON$$

$$= l - l \cos \theta' = l (1 - \cos \theta')$$

$$\Rightarrow E_p = m g [H + l (1 - \cos \theta')]$$

A.N.  $E_p = 0,1939 \text{ J} \approx 0,194 \text{ J}$

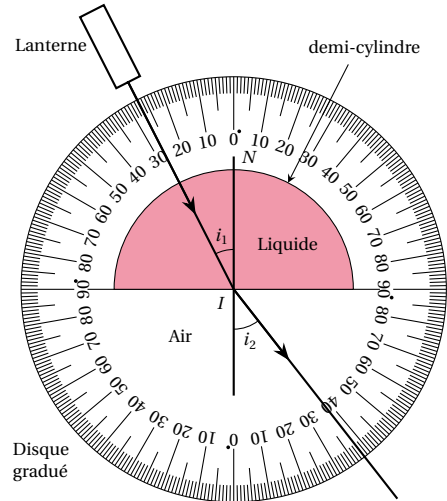
## 1.2.5 Solution – Probatoire 2016

## Solution 17. (p. 7)

## Optique géométrique

## 17.1. Réfraction de la lumière

## 17.1.1. Schéma complété :



Mesure de l'indice de réfraction d'un liquide

## 17.1.2. Valeurs des angles d'incidence et de réfraction :

■ Angle incidence :  $i_1 = 27^\circ$ .

■ Angle de réfraction :  $i_2 = 38^\circ$ .

## 17.1.3. Liquide placé dans la cuve :

D'après la deuxième loi de Descartes relative à la réfraction :

$$n \sin i_1 = \sin i_2 \Rightarrow n = \frac{\sin i_2}{\sin i_1}$$

A.N. :  $n = 1,356$

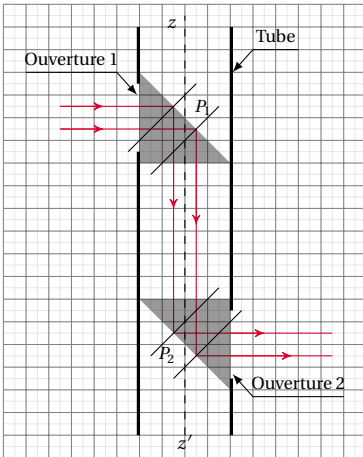
Donc le liquide placé dans la cuve est l'acétone.

## 17.2. Le prisme

## 17.2.1. Représentation du trajet de deux rayons lumineux parallèles :

Sur l'hypoténuse de chacun des prismes, l'angle d'incidence est  $i = 41,8^\circ$ ; cet angle est supérieur à l'angle de réfraction limite  $\lambda = 41,8^\circ$ ; Donc il y a réflexion totale.

D'où la représentation du trajet des deux rayons lumineux :



**17.2.2.** Non! Cet observateur ne voit pas les gens marchés la tête en bas, mais il les voit la tête en haut.

**17.3.** Les lentilles minces

**17.3.1.** Calcul de la vergence :

$$C = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{f}$$

A.N. :  $C = 20D$

**17.3.2. 17.3.2.1.** Position de la pellicule :

D'après la formule de conjugaison :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \cdot \overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}$$

A.N. :  $\overline{OA} = -2,00m$

$\overline{OA'} = 0,05128m = 51,28mm$

Donc la pellicule doit être à 51,3 mm derrière l'objectif.

**17.3.2.2.** Taille de l'image du personnage :

D'après la formule du grandissement, on a :

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \Rightarrow \overline{A'B'} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \overline{AB}$$

A.N. :  $\overline{AB} = 1,80m, \overline{OA} = -2,00m,$

$\overline{A'B'} = 46,152mm \approx 0,046m$

La taille de l'image est supérieure aux dimensions utiles de la pellicules ; Donc on ne peut pas obtenir l'image entière du personnage photographié.

**Solution 18. (p. 8)**

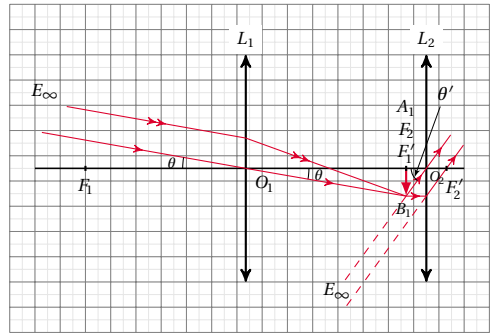
**Quelques instruments d'optique**

**18.1.**

**18.1.1.** Définition :

Une lunette astronomique est dite afocale lorsque le foyer principal image de l'objectif est confondu au foyer principal objet de l'oculaire.

**18.1.2.** Trace de la marche à travers la lunette de deux rayons issus de E.



**18.1.3.** Définition :

Le grossissement de la lunette est le rapport du diamètre apparent  $O'$  de l'image vue à travers la lunette au diamètre apparent  $O$  de l'objet vue à l'œil nu et à la distance minimale de vision distance.

Formule donnant le grossissement.

Sa valeur :

$$\text{on a : } G = \frac{\theta'}{\theta}$$

Les angles étant petits  $\tan \theta \approx \theta = \frac{A_1 B_1}{O_1 F_1'}$ ,

$$\tan \theta' \approx \theta' = \frac{A_1 B_1}{O_2 F_2'}$$

$$\Rightarrow G = \frac{O_1 F_1'}{O_2 F_2'}$$

A.N. :  $G = 8$

**18.2.** Position de image intermédiaire  $E_1$  :

D'après la formule de conjugaison appliquée à l'oculaire,

$$\frac{1}{O_2 A'} - \frac{1}{O_2 A_1} = \frac{1}{O_2 F_2'}$$

$$\Rightarrow \overline{O_2 A_1} = \frac{\overline{O_2 F_2'} \cdot \overline{O_2 A'}}{\overline{O_2 F_2'} - \overline{O_2 A'}}$$

A.N. :  $\overline{O_2 A'} = \overline{O_2 F_2'} + \overline{F_2' A'} = 40 - 960 = -920mm;$

$\overline{O_2 F_2'} = 40mm; \overline{O_2 A_1} = -38,33mm$

**Solution 19. (p. 8)**

**Énergie mécanique dans un entrepôt**

**19.1.**

**19.1.1.** Calcul de la vitesse angulaire des rouleaux.

$$v = R\omega \Rightarrow \omega = \frac{v}{R}$$

A.N. :  $\omega = 142,5 \text{ rad s}^{-1}$

**19.1.2.** Énergie cinétique d'un rouleau :

$$E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2$$

A.N. :  $E_c = 649,8J$

**19.1.3.** Les colis peuvent être convoyés à vitesse constante de B à D, car il y a les frottements.

**19.2.**

**19.2.1.** Calcul de l'énergie nécessaire à l'élévation d'un

## 1.2. Solution des sujets d'examen

colis :

$$E = mgh$$

A.N. :  $E = 12000\text{J} = 1,2 \times 10^4\text{J}$ 

19.2.2. Puissance mécanique développée par le chariot élévateur :

$$P = \frac{E}{\lambda}$$

A.N. :  $P = 2000\text{W}$ 

## Solution 20. (p. 8)

Énergie électrique mise en œuvre dans un moteur

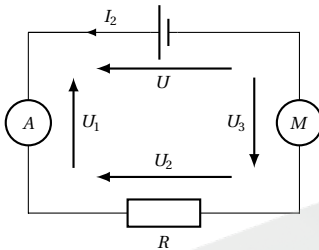
20.1. Calcul la résistance :

D'après la loi de Pouillet

$$I_1 = \frac{E}{R+r+r'} \Rightarrow r' = \frac{E}{I_1} - (R+r)$$

A.N. :  $r' = 3,0\Omega$ 

20.2.

20.2.1. Montrons que  $I_2 = \frac{E-E'}{r+r'+R}$ 

D'après la loi des tensions :

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

or :  $U_1 = 0$  car la résistance de l'ampèremètre est négligeable :

$$U = E - rI_2; \quad U_2 = RI_2; \quad U_3 = E' + r'I_2$$

$$\Rightarrow E - rI_2 = RI_2 + E' + r'I_2$$

$$\Leftrightarrow E - E' = (r+r'+R)I_2$$

$$\text{d'où } I_2 = \frac{E-E'}{r+r'+R}$$

20.2.2. Calcul de  $E'$  :

$$I_2 = \frac{E-E'}{r+r'+R} \Rightarrow E' = E - (r+r'+R)I_2$$

A.N. :  $E' = 7,2\text{V}$ 

20.2.3. Puissance consommée par chacun des récepteurs :

■ par le moteur :

$$P_m = U_3 I_2 = (E' + r' I_2) I_2$$

A.N. :  $P_m = 12,96\text{W}$ 

■ par le résistor :

$$P_r = U_2 I_2 = R I_2^2$$

A.N. :  $P_r = 6,91\text{W} \approx 6,9\text{W}$ 

20.2.4. Rendement du circuit :

$$\rho = \frac{P_U}{P_f} = \frac{E' I_2}{E I_2} = \frac{E'}{E}$$

$$\rho = \frac{E'}{E}$$

A.N. :  $\rho = 0,4 = 40\%$ 

## 1.2.6 Solution – Probatoire 2017

## Solution 21. (p. 8)

Œil et instruments d'optique

21.1. 21.1.1. Caractéristiques d'un œil normal auxquelles correspondent les distances :

- 25 cm correspond à la distance minimale de vision distincte d'un œil normal;
- Infini correspond à la distance maximale de vision distincte d'un œil normal.

21.1.2. Distances focales correspondantes :

Pour la distance minimale de vision distincte on a :

$$-\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OA}'} = \frac{1}{f_1} \rightarrow f_1 = \frac{\overline{OA} \times \overline{OA}'}{\overline{OA} - \overline{OA}'}$$

A.N. :  $\overline{OA} = -25\text{cm}$ ;  $\overline{OA}' = 15\text{mm} = 1,5\text{cm}$  (profondeur de l'œil);  $f_1 = 1,41\text{cm}$ 

Pour la distance maximale de vision distincte on a :

$$-\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OA}'} = \frac{1}{f_2} \text{ or } \overline{OA} = -\infty$$

D'où  $f_2 = \overline{OA}' = 15\text{mm} = 1,5\text{cm}$ 21.2. 21.2.1. Puissance intrinsèque du microscope ( $P_i$ ):

$$P_i = \frac{1}{O_1 F'1 \times O_1 E_2'}$$

A.N. :  $P_i = 2000\text{D}$ 21.2.2. Grossissement commercial ( $G_c$ ):

$$G_c = \frac{P_i}{4}$$

A.N. :  $G_c = 500$ 21.2.3. 2.3. Diamètre apparent de l'image ( $\alpha'$ ): On a :

$$G_c = \frac{\alpha'}{\alpha} \text{ d'où } \alpha' = \alpha G_c$$

A.N. :  $\alpha' = 2,1 \times 10^{-2} \text{rad}$ 

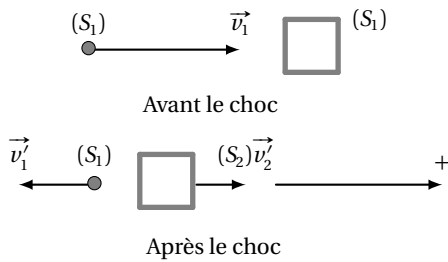
## Solution 22. (p. 9)

Énergie mécanique

22.1. Énergie potentielle de la bille juste avant qu'elle ne soit lâché :  $h$  étant la différence d'altitude entre le niveau de référence et le centre d'inertie de la bille, on a :  $E_p = mgh$ , la bille étant ponctuelle,  $h = L(1 - \cos \theta)$  d'où  $E_p = mgL(1 - \cos \theta)$ A.N. :  $E_p = 0,236\text{J}$ 

22.2. Choc élastique entre (S1) et (S2):

22.2.1. Équation de conservation de la quantité de mouvement et déduction de la relation  $v_1 + v_2' = 2v_2'$  :



$$d'où X_m = v_2' \sqrt{\frac{M}{k}}$$

A.N :  $X_m = 0,22 \text{ m}$

**Solution 23. (p. 9)**

*Optique géométrique*

**23.1. Partie A : La réfraction de la lumière.**

**23.1.1.** Définition : La réfraction de la lumière est le brusque changement de direction que subit la lumière à la traversée de la surface de séparation de deux milieux transparents différents.

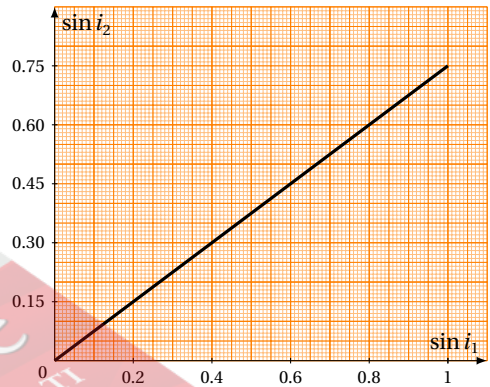
**23.1.2.** Relation entre  $i_1, i_2$  et  $n$  : On a :

$$\sin i_1 = n \sin i_2$$

**23.1.3.** Tableau complété :

$i_1(^{\circ})$	0,0	11,5	23,6	37,0	53,0	90,0
$i_2(^{\circ})$	0,0	8,6	17,5	26,7	37,0	48,6
$\sin i_1$	0,0	0,20	0,40	0,60	0,80	1
$\sin i_2$	0,0	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75

**23.1.4.** Tracé du graphe  $i_2 = f(\sin i_1)$  :



**23.1.5.** Pente de la courbe  $i_2 = f(\sin i_1)$  :

$$a = \frac{\Delta \sin i_2}{\Delta \sin i_1}$$

A.N :  $\Delta \sin i_2 = 0,30$ ;  $\Delta \sin i_1 = 0,40$

$a = 0,75$ ; soit  $0,74 \leq a \leq 0,76$

Déduction de l'indice de réfraction  $n$  : On a :

$$\sin i_1 = n \sin i_2 \Leftrightarrow \sin i_2 = \frac{1}{n} \sin i_1 ;$$

$$d'où a = \frac{1}{n} \quad d'où n = \frac{1}{a}$$

A.N :  $n = 1,33$ ; soit  $1,31 \leq n \leq 1,35$

**23.2. Partie B : Lentilles sphériques minces**

**23.2.1.** Espace à l'intérieur duquel l'objet AB doit être placée : L'objet AB doit être placé entre le centre optique de la lentille et son foyer objet.

**23.2.2.** **23.2.2.1.** Construction de l'image A'B' :

L'équation de conservation de la quantité de mouvement s'écrit :

$$\vec{P}_1 = \vec{P}_1' + \vec{P}_2' \text{ soit } m\vec{v}_1 = m\vec{v}_1' + M\vec{v}_2'$$

or on remarque que  $M = 2m$ . D'où  $\vec{v}_1 = \vec{v}_1' + 2\vec{v}_2'$  en tenant compte du sens positif arbitrairement choisi, on a :

$$v_1 = -v_1' + 2v_2' \Leftrightarrow v_1 + v_1' = 2v_2'$$

**22.2.2.** Équation de conservation de l'énergie cinétique : L'équation de conservation de l'énergie cinétique s'écrit :  $E_{c1} = E_{c1}' + E_{c2}'$  soit  $\frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m v_1'^2 + \frac{1}{2} M v_2'^2$

**22.2.3.** Déduction de  $v_1'$  et  $v_2'$  :

La conservation de l'énergie cinétique nous a permis d'écrire :

$$\frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m v_1'^2 + \frac{1}{2} M v_2'^2$$

$$\text{et } M = 2m \text{ soit } v_1^2 = v_1'^2 + v_2'^2.$$

La conservation de la quantité de mouvement nous a également permis d'établir :  $v_1 + v_1' = 2v_2'$

D'où le système d'équations avec pour inconnu  $v_1'$  et  $v_2'$  :

$$\begin{cases} v_1^2 = v_1'^2 + 2v_2'^2 & (1.1) \\ v_1 + v_1' = 2v_2' & (1.2) \end{cases}$$

L'équation (1.1) s'écrit

$$\begin{aligned} v_1^2 &= v_1'^2 + 2v_2'^2 \\ \Leftrightarrow v_1^2 - v_1'^2 &= 2v_2'^2 \\ \Leftrightarrow (v_1 - v_1')(v_1 + v_1') &= 2v_2'^2 & (1.3) \end{aligned}$$

$$\frac{(1.3)}{(1.2)} \Leftrightarrow v_1 - v_1' = v_2' & (1.4)$$

Les équations (1.1) et (1.2) donnent :

$$v_1' = \frac{1}{3} v_1$$

$$v_2' = \frac{2}{3} v_1$$

A.N :  $v_1' = 0,5 \text{ m s}^{-1}$ ;  $v_2' = 1 \text{ m s}^{-1}$

**22.3.** Énoncé du principe de conservation de l'énergie mécanique :

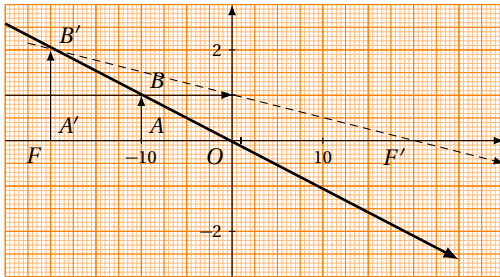
L'énergie mécanique d'un système isolé ou pseudo-isolé reste constante au cours de son évolution.

**22.4.** Raccourcissement maximale du ressort :

L'équation de conservation de l'énergie mécanique du système (ressort, solide) s'écrit :

$$E_{m1} = E_{m2} \Leftrightarrow \frac{1}{2} k X_m^2 = \frac{1}{2} M v_2'^2$$

## 1.2. Solution des sujets d'examen



Détermination graphique de la position et de la grandeur de l'image  $A'B'$  :

- position de l'image :  $\overline{OA'} = 4 \times 5 = -20$  cm ;
- grandeur de l'image :  $\overline{AB} = 2 \times 1 = 2$  cm.

**23.2.2.2.** Vérification par calcul :

Position de l'image : D'après la formule de conjugaison,  $-\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$  d'où  $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \times \overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}$  A.N :  $\overline{OA} = -10$  cm,  $\overline{OF'} = 20$  cm  $\rightarrow \overline{OA'} = -20$  cm.

Grandeur de l'image : La formule de grandissement

s'écrit  $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$  d'où  $A'B' = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \overline{AB}$

A.N :  $A'B' = 2$  cm

### Solution 24. (p. 9)

Énergie électrique

**24.1. Partie A : Énergie électrique consommée par une portion de circuit**

**24.1.1.1.** Intensité du courant qui traverse le moteur lorsqu'il est bloqué.

D'après la loi d'Ohm,  $U = r'I$  d'où  $I = \frac{U}{r'}$

A.N :  $I = 11$  A

**24.1.2.** Le moteur tourne :

**24.1.2.1.** Intensité du courant qui traverse le moteur :

On a :

$$Q = r'I^2 t \text{ d'où } I = \sqrt{\frac{Q}{r't}}$$

A.N :  $I = 2,5$  A

**24.1.2.2.** Force électromotrice du moteur : On a :

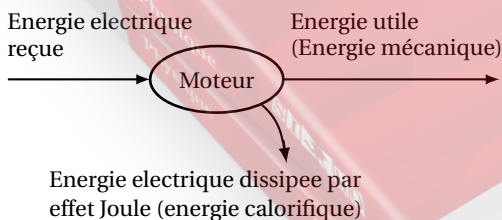
$$E' = U - r'I$$

A.N :  $E' = 170$  V

Déduction du rendement du moteur.

On a :  $\eta = \frac{E'}{U}$  ; A.N :  $\eta = 0,77$

**24.1.3.** Bilan énergétique dans le moteur à l'aide d'un diagramme :



**24.2. Partie B : Production du courant alternatif**

**24.2.1.** Flux propre à travers la bobine :

$$\Phi_p = Li$$

A.N :  $\Phi_p = 1 \times 10^{-3}$  Wb.

**24.2.2. 24.2.2.1.** Intervalles de temps pour lesquels il y a variation du flux propre à travers la bobine :

$$10^{-2} \text{ s} < t < 2 \times 10^{-2} \text{ s} \text{ et } 3 \times 10^{-2} \text{ s} < t < 4 \times 10^{-2} \text{ s}$$

■ Justification : Le graphe  $I = f(t)$ , montre que l'intensité du courant varie dans ces intervalles ; par conséquent le flux varie également dans ces intervalles de temps.

■ Variation de flux propre dans chaque cas :

La variation du flux propre s'exprime,  $\Delta\Phi_p = L(I_f - I_i)$ , d'où le tableau ci-dessous :

Intervalle de temps	
$10^{-2} \text{ s} < t < 2 \times 10^{-2} \text{ s}$	$3 \times 10^{-2} \text{ s} < t < 4 \times 10^{-2} \text{ s}$
Variation du flux propre	
$\Delta\Phi_p = -2 \times 10^{-3}$ Wb	$\Delta\Phi_p = 2 \times 10^{-3}$ Wb

**24.2.2.2.** f.e.m d'auto-induction pour

$$10^{-2} \text{ s} < t < 2 \times 10^{-2} \text{ s}.$$

La f.e.m d'auto-induction s'exprime  $e = -\frac{\Delta\Phi_p}{\Delta t}$

A. N :  $e = 0,2$  V

